

ZEITSCHRIFT DES OESTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLVI. Jahrgang.

Wien, Freitag den 7. September 1894.

Nr. 36.

Das Lurloch*) im Streiflichte der Technik.

Von Wilhelm Putlek, k. k. Forstinspections-Commissär in Laibach.

(Hiezu die Tafel XV.)

Nunmehr dürfte die Zeit gekommen sein, zu welcher eine objective Darstellung des technischen Vorganges bei den am 6. und 7. Mai l. J. unternommenen Arbeiten zur Rettung der sieben im Lurloch eingeschlossen gewesenen Höhlenbesucher unter Beigabe von Aufnahmen der unterirdischen Räume der Fachwelt unterbreitet werden kann.

Das Kesselthal von Semriach.

Man stelle sich ein Gebirgsmassiv vor (die geologische Formation ist hier Devon'scher Kalk und Devon'scher Schiefer), welches oben eine von Nordost gegen Südwest mäßig abfallende, 18.12 km² große Mulde (5.33 km mittl. Länge und 3.4 km mittl. Breite) trägt, ein ringsum geschlossenes Kesselthal. Der Hauptgraben dieses Kesselthales fällt von Nordost gegen Südwest mäßig geneigt (mit ca. 7‰) ab. Er wendet sich unterhalb der Ortschaft Semriach, nahe dem unteren Rande der Mulde, beinahe rechtwinkelig gegen Nordwest, durchzieht eine 200 m lange, fast ebene Terrainpartie, hierauf eine schmale, ca. 1000 m lange Schlucht, die sich streckenweise klammähnlich verengt. Diese Schlucht führt mit 4—5‰ Gefälle hinab. Plötzlich steht man vor einer ca. 60 m hohen, fast senkrechten Felswand. Am Fuße derselben gähnt ein dunkles Höhlenthor von 10 m Höhe und ca. 25 bis 28 m Breite, in welches sich der Semriacher Bach, resp. Luehbach ergießt. Links und rechts stehen steile Felswände, an die sich abschüssige Berglehnen anschließen.

Der unterirdische Wasserlauf des Lurloches.

Nach dem Eintritte des Semriacher Baches in die unterirdischen Räume des Lurloches beginnen niedere Wölbungen seinen Lauf zu hemmen. Der Höhlenbach zwingt sich unter einer, von ca. 6 m bis auf wenige Centimeter sich verflächenden und ober dem Boden schwebenden Gebirgsplatte (Devon'scher Kalk) in das Berginnere und findet nach ca. 95 m Strecke vom Tage das erste große Hindernis, eine gewaltige Profilverengung, einen sogenannten Syphon, das ist ein communicirendes Höhlenrohr, das mehr als 1 m unter dem Stauwasser liegt. Der Syphon führt unter einer ca. 12 m dicken, verticalen Scheidewand hindurch. Nahe hievon liegt das untere Ende des Schlotess oder Kamins, der den einzigen Zugang zu den weiteren Höhlenräumen bildet. Dieses Loch wird schon bei den geringsten Wasserständen des Lurlochbaches vom Stauwasser des sogenannten Tümpels begrenzt und ist in Folge dessen ziemlich schwer erreichbar. Nach meiner Rechnung dürfte der Bach, soll keine Gefahr zu befürchten sein, im Maximum nur 1/4 m³ Wasser per Secunde führen. Ein stärkerer Zufluss wird ohne künstliche Nachhilfe auch in der Zukunft diejenigen Erscheinungen mit sich bringen, die den sieben Höhlenbesuchern leicht hätten todbringend werden können. Der Wasserstand und Zufluss des Lurlochbaches schwankte seit den anhaltenden Regengüssen vom 29. April bis Montag den 7. Mai zwischen 1.5 bis 5 m³ pro Secunde.

Eine nähere Betrachtung des sogenannten Tümpels ließ mich erkennen, daß die Höhlenbesucher durch eigenes Verschulden vom Hochwasser überrascht wurden. Die untere Schlotmündung

ist ohne besondere Verkläusung und ohne Vermehrung mit dem unterirdischen Bachgerölle vom Hochwasser vergossen worden. Der Wasserspiegel überstaute den vorderen Schlotzugang, wie auch den sogenannten Schlurf. Dieser ist eine langsam abfallende, äußerst niedrige (40 bis 50 cm), hingegen ziemlich breite (2—3 m) Höhlung. Um zu dem jenseits des Tümpels — damals unbekannt wo — gelegenen Schlotte zu gelangen, wurden vom Herrn Bergverwalter Setz die Sprengarbeiten an der Schlurfdecke in bergtechnischer Weise (am Samstag den 5. Mai, nach 6 Uhr Früh) vorläufig derart bewerkstelligt, daß in der Schlurfdecke ein Segmentgewölbe (von 160—180 cm Spannweite und 60—70 cm Pfeilhöhe) ausgesprengt wurde. Hiedurch konnte man entlang der erhöhten Schlurfstrecke bis zum Vororte gelangen; von dort weiter aber theilweise durch Wasser sehr mühsam vorwärtsschleifen, bis die tieferen Stellen des Syphonspiegels und die unter den Spiegel hinabstrebende Höhlendecke Halt geboten.

Der anhaltende Zufluss spannte damals den Spiegel des Tümpels ca. 60—65 cm höher als gewöhnlich bei Niederwasser. Gleichzeitig mit dieser Anstauung wurde jenseits des Tümpels die untere Schlotmündung, die rechteckig ca. 90 cm breit und 45 cm hoch war, gänzlich unter Wasser gesetzt. In Folge dieser Wasserstauung erhielt das Höhleninnere ein selbst den Localkundigen völlig fremdes Aussehen, so daß dieselben ganz desorientirt waren. Meine an Ort und Stelle gemachten Wahrnehmungen ließen mich erkennen, daß es an einem plangemäßen Vorgange augenscheinlich mangelte. Auf Grund meiner eigenen Nachforschungen stellte ich deshalb Sonntag den 6. Mai folgenden Antrag: „Unter Ausnützung des im langsamen Sinken begriffenen Wasserstandes des Semriacher Baches soll durch Stauung hinter den fertig gestellten Dämmen das Gewässer zurückgehalten und hiedurch die Senkung des Stauwassers am bisherigen Höhlenende durch einige Zeit, vielleicht 1 1/2 Stunden, erzielt werden. Diese Zeit ist mit aller Energie zu benützen, um den wahren, bis zur Stunde noch unbekannten Rayon zum Ort der unteren Schlotmündung bergmännisch zu fixiren.“ Dieser Antrag wurde von allen an Ort und Stelle anwesenden behördlichen Sachverständigen und den Vertrauensmännern der Localkundigen angenommen. Für die Durchführung meines Arbeitsprogrammes wurde der kommende Morgen (Montag der 7.) bestimmt. Ich schlug dann noch vor, die bachaufwärts vorhandenen Mühlteiche*) während der Nacht zu entleeren und erst Montag Früh 7 Uhr wieder zu schließen, damit so eine weitere Entlastung des Hauptgrabens erreicht werde. Die bergmännische Thätigkeit im Höhlen-Innern wurde ohne Störung der Arbeiten Tag und Nacht fortgesetzt, denn ich gewann die Ueberzeugung, daß nur auf diesem Wege die Gefahren gelegentlich des Eindringens in die jenseitigen Höhlenräume möglichst verringert werden können. Vor dem vollständigen Durchschlage der am darauffolgenden Tage erst genau zu ermittelnden Strecke zum Schlotte war an ein Vordringen in die jenseitigen Höhlungen nicht zu denken.

Die Vorbereitungen zum Abschlusse der Dämme wurden von den Pionnieren und der Semriacher Feuerwehr in bester

*) Auch schreibartlich Lueloch. Nach den Generalstabskarten Luehloch und Luehbach. Mit Rücksicht auf die benachbart gelegene Burgruine Luegg, aller Wahrscheinlichkeit nach Lueggbach und Lueggloch.

*) Deren gibt es im Verlaufe des Hauptgrabens bei den bestehenden Sägemühlen mehrere.

Weise sorgfältigst getroffen. Die Gendarmerie besorgte den Patrouillen-, Signal- und Wachdienst, der für die Hauptaction vereinbart war. Noch vor der Schlusssaction erprobte ich neuerdings das mir vom hohen k. k. Ackerbau-Ministerium für die Rettungsaction in der Lurlochhöhle überlassene Höhlen-Telephon, welches von der Firma H. W. Adler in Wien für die Karsthöhlenforschungen geliefert wurde. Ferner organisirte ich die aus neun Mann und eventuell zwei Aerzten, Dr. Weikhardt und Dr. Gassner, bestehende Rettungsmannschaft für den in nahe bevorstehender Zeit zu gewärtigenden Einstieg in den Höhlenschlot, behufs Hilfeleistung bei der Schlusssaction in den weiteren Höhlungen, dem Aufenthaltsorte der Eingeschlossenen. Unerwartet erschien k. u. k. Geniehauptmann Steindl mit dem seither berühmt gewordenen Taucher Fischer und bot zu Folge der Weisungen Sr. Excell. des k. k. Statthalters Baron Kübeck die Dienste des Mannes für den entscheidenden Moment an. Fischer erzählte, daß er bis zwei Minuten lang unter Wasser auszuhalten im Stande sei und sich dabei eine Strecke von 20 m zurückzulegen getraue.

Um 9 Uhr 55 Minuten Vormittags gab ich den Auftrag, die Dämme zu schließen. Der unterste Erddamm lag ungefähr 1 km vom Höhlenthore bachaufwärts entfernt. Nahe oberhalb dieses Dammes lag der zweite und noch weiter oberhalb der dritte Erddamm. Die Situation dieser drei Dämme war im Bereiche der oben erwähnten, fast ebenen Terrainpartie sehr entsprechend gewählt. Meine Rechnung für die Schwellung aller dieser drei Teichdämme ergab mir mit absoluter Sicherheit eine Stunde und 28 Minuten. Schlag 10 Uhr waren die Abschlussarbeiten in vollem Gange. Um 10 Uhr 37 Minuten war vollständiger Dammschluss gelungen. Daraufhin begab sich der Taucher Fischer, ferner Max Brunello, Albin Lindemaier und endlich der Steiger Johann Wilke unter Bewachung der hiefür bestimmten Herren: Bergverwalter Setz, Hauptmann Steindl und Bergcommissär Rottleuthner im Beisein der Bergknappen in das Wasser des nunmehr ruhig gewordenen Syphonspiegels, der continuirlich tiefer sank und sich dem Niveau des Niederwasser-Tümpels näherte. Ich hielt am Pegel vor der Höhle Wache, um bei einer Dambruchgefahr oder bei erfolgter Dammberstung die in den Räumen der Höhle am diesseitigen Syphonspiegel mit der Suche nach dem Schlotte beschäftigten Personen hervorzuholen. Meine Berechnungen ergaben mir knapp sechs Minuten Zeit für die Ankunft der mit elementarer Gewalt von einem eventuellen Dammbuche herabstürzenden Fluthwelle. Hingegen hatte ich erprobt, daß nur drei Minuten erforderlich sind, um die am diesseitigen Syphonspiegel Beschäftigten in Sicherheit zu bringen. Der Wasserstand des Luehbaches fiel vor dem Höhlenthore zusehends. Binnen einer halben Stunde zeigte der Pegel um volle 16 cm weniger als bei offenen Schleusen der Staudämme. Unmittelbar nach 11 Uhr Vormittags kam die Botschaft: Sie leben alle sieben!

In Folge des Abfalles des Syphonspiegels um beinahe 30 cm kamen jene Holzstücke zum Vorschein, die das Hochwasser gehoben und vor der Schlotöffnung in die rechtsseitig gelegenen wasserabsorbirenden Felsklüfte eingezwängt hatte. Fischer und Genossen machten diesen Theil des entwässerten Schlotzuganges von dem Treibholze frei. Und im selben Augenblicke erschien im Wasserspiegel des um circa 30 cm gesunkenen Syphons der Lichtschimmer von der inneren Partie des Schlotes.

Nun übernahm Pfarrer Dr. Gasparitz meine Stelle als Fluthwächter, während ich an das Schlurfende eilte. Nur mehr circa 4 m Länge, wohl aber mit circa 45° rechtsseitiger Abschwenkung von der bereits durch 9.5 m Länge erhöhten geradlinigen Schlurfstrecke waren noch zu bewältigen.

Ich verzeichnete die nöthigen technischen Marken und eilte wieder zu Tage; es war 11 Uhr 35 Minuten. Der Pegel zeigte das constante Minimum von 4.5 cm. Der Tümpel war indessen um 35 cm abgefallen. Zufolge Weisung des Herrn Setz hatten sich die Eingeschlossenen zur Sicherheit vor den Wirkungen der Minen in die entfernteren Räume zurückgezogen. Wenige Minuten später wurden die vorbereiteten Minen geladen und abgefeuert.

Um 12 Uhr 5 Minuten mussten die Stauwässer hinter den Dämmen successive wieder abgelassen werden. Die Schleusenvorrichtungen wurden unter Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln nach und nach geöffnet und das im Laufe der vollen zwei Stunden hinter den Teichdämmen angesammelte Wasser allmählig in den Bachlauf nach der Höhle abgelassen. Trotz aller Vorsichtsmaßregeln stieg der Pegelstand vor der Höhlenmündung langsam auf die Höhe von 30 cm. Dieses Maximum trat um 1 Uhr 15 Minuten Nachmittags ein. Wenngleich keine unmittelbare Gefahr vorhanden war, so war doch die Strecke zum großen Theile überschwemmt. Um 1 Uhr 30 Minuten Nachmittags zeigte der Pegel vor dem Höhlenthore wieder nur mehr 25 cm, demnach eine nachhaltige Abnahme des von den Staudämmen herabgelassenen Gewässers. Die Streckenerhöhung ging nun sehr schnell vorwärts. Jedes Mal zwei tiefgebohrte Minen gleichzeitig abgefeuert, thaten durch die brisante Wirkung des Dynamits ihre volle Schuldigkeit. Die unmittelbar nach 4 Uhr 15 Minuten gelegten Minen waren die letzten. Bald darauf war das Höhlengefängnis zugänglich gemacht.

In Folge des relativen Wohlbefindens der Eingeschlossenen konnte die Schlusssaction unerwartet schnell durchgeführt werden. Bergverwalter Setz, Obersteiger Kolb, Steiger Wilke und ich selbst drangen durch den auf das Nothdürftigste erschlossenen Schlot. Der Schlot zeigte sich als eine niedere, unter circa 35° geneigte Absatzungskluft (circa 7 m lang und 45 bis 80 cm hoch, während die Breite von 1 m successive auf 3 m von unten nach oben zunimmt) in dem mehrfach zerborstenen Hangenden des Gebirges. Der Boden der rechtsufrigen am längsten weilenden Weitungen, in welcher die Eingeschlossenen am längsten weilten, ist eine Trümmerhalde, die mit Lehm überlagert ist. Untrügliche Merkmale sind hier zu beobachten, daß die temporären Inundationen sehr häufig die Krone dieser Trümmerhalde überstauen müssen. Bergverwalter Setz und seine beiden Grubenchargen drangen in den benachbarten Raum, in welchen sich die sieben Berggefangenen vor den letzten Sprengminen zurückgezogen hatten, und unmittelbar darauf beförderten wir dieselben durch den Schlot und weiter durch den erhöhten Schlurf in die Vorhöhle.

Nach kurzer Rast in den höher gewölbten Weitungen der sogenannten Vorhöhle kamen die Geretteten zum Vorschein und wurden von den zur Hilfeleistung anwesenden Aerzten, Dr. Baron Mundy, Oberarzt Dr. Weikhardt, Dr. Gassner u. a. m., ferner durch die Mitglieder der Rettungsgesellschaft und des rothen Kreuzes in Empfang genommen. Hiemit war mein Operationsplan glücklich zu Ende geführt.

Wäre es nicht am Montag den 7. Mai gelungen, wenigstens das absehbare Ziel und Ende der schwierigen Rettungsaction zu bestimmen, dann hätte wohl die Lage für die Eingeschlossenen eine kritische werden können. Denn in der Nacht vom 7. auf den 8. Mai regnete es ziemlich anhaltend. Auch des Morgens am 8. Mai sind heftige Strichregen zu verzeichnen gewesen. Der Wasserstand des Lurloch-Baches stieg vor der Höhle auf 26 cm. Die erhöhte Strecke des Schlurfes war vom Rückstau des Syphons circa 20 cm hoch überschwemmt. Das Zurücktreten des Gewässers auf den Pegelstand von 21 cm vor dem Höhlenthore, sowie auf die Schlurfsohle im Berginnern wurde erst am 9. Mai Nachmittags beobachtet.

Wenn die von dem Hochwasser Vergossenen nicht die höherliegenden Partien an der rechtsufrigen Trümmerhalde des ersten Höhlenraumes noch bei Zeiten glücklich erreicht hätten, dann wäre ohne Zweifel das Ende der Hilfsaction sehr traurig ausgefallen. In den Weitungen der Höhle im Hintergrunde des zweiten Syphons von einem anhaltenden Hochwasser eingeschlossen zu sein, bietet nach meinem Dafürhalten wenig Aussicht, lebend an den Tag hervorgeholt zu werden. Die Lage und Beschaffenheit des dahinführenden Verbindungsganges durch die mehrfachen Profilsenkungen dieser ansehnlichen Wasserhöhle begründen meine Befürchtung. In beinahe derselben Situation ist man zwar bei anhaltendem Hochwasser auch in den Weitungen des zweiten und ebenso des ersten Höhlenraumes, wenngleich im letzteren Falle nur jene als Schlot bezeichnete Gebirgskluft; je

nach der Stauhöhe des Hochwassers, bewältigt werden müsste, wie dies in vorliegendem Falle geschah.

Tags darauf, wie auch am Mittwoch den 9. Mai unternahm ich genauere Recognoscirungen und einzelne Aufnahmen in denjenigen Hohlräumen des Lurloches, die ohne größere Vorbereitungen und nur mittelst halbtägigen Expeditionen möglich waren. Im Nachstehenden bringe ich einiges Detail meiner diesbezüglichen Wahrnehmungen und vergleichenden Studien.

Hydrotechnische Wahrnehmungen.

Sobald der Wasserstand vor dem Höhlenthore die Meereshöhe von 638 m erreicht, sind nicht allein die Höhlenräume Nr. 1 und 2 bis zu ihrer Decke vergossen, sondern es sind auch alle in denselben vorhandenen Gebirgsklüfte und emporstrebenden Spalten mit Wasser total ausgefüllt. Hiezu muss bemerkt werden, daß solche Wasserstände nicht zu den Seltenheiten des Luehbaches gerechnet werden dürfen. Wohl seltener treten hier Wasserstände ein, die, wie z. B. jener vom Jahre 1874, die Meereshöhe von 651.5 m erreichte. Die theilweise Inundation des Kesselthales von Semriach während des Jahres 1844 war bis zur Meereshöhe 667 m emporgestiegen. Diese Daten wurden mir vom Herrn Pfarrer Dr. Gasparitz zu Semriach freundlichst mitgetheilt. Bei meinen dort vorgenommenen Recognoscirungen habe ich die obenangeführten Stauhöhen in Erfahrung gebracht. Auch die Jahre 1827 und 1812 sind mir als solche bezeichnet worden, die je eine größere und längere Zeit anhaltende Ueberschwemmung des Kesselthales mit sich gebracht haben. Doch die Stauhöhen derselben sind nicht näher bekannt, obwohl die mündliche Ueberlieferung dahin lautet, daß im Jahre 1827 eine größere Ueberschwemmung eingetreten sein soll, wie jene im Jahre 1844 war. Hingegen blieb die Inundation vom Jahre 1812 ungefähr im Niveau derjenigen im Jahre 1844. Von der größten bisher beobachteten, bzw. bekannten Ueberschwemmung enthält die Pfarr-Chronik eine Notiz, auf Grund welcher die Stauhöhe jener zu Ende des vorigen Jahrhunderts (die Jahreszahl ist nicht angeführt) nach langen und großen Regengüssen eingetretenen Inundation annähernd bis zur Meereshöhe von 700 m bezeichnet werden könnte. Diese Angaben dürften sehr viele Techniker veranlassen, bei Benützung unserer für die Gegend von Graz bekannten maximalen Tages- und Monats-Niederschlagsmengen mit Rücksicht auf das 1812 *ha* große Niederschlagsgebiet einige hydrologische Rechen-Exempel vorzunehmen, um zu prüfen, welche Niederschlagshöhe erforderlich ist, um die Ansammlung von mehr als 10 Millionen m^3 Wasser im Verlaufe von vier Wochen zu ermöglichen. Hiezu muss bemerkt werden, dass im Maximum nur ein secundlicher Zufluss von circa 2.5 m^3 von dieser Wasserhöhle nachhaltig und ohne zum Tage hinausreichenden Rückstau weiter befördert wird. Ein Niederschlag, der binnen 24 Stunden eine factisch anrechenbare Regenhöhe von beispielsweise 20 mm, d. h. nach Abzug des Verdunstungs- und Bodenaufnahms-Percentes von dem Infiltrationsgebiete zum gleichmäßigen Abflusse nach der Lurloch-Höhle bringt, verursacht eine secundliche Durchflussmenge von beinahe 4.2 m^3 im Bachbette unmittelbar vor der Höhle. Nachdem aber das nachhaltige, rückstaufreie Absorptionsvermögen der Höhle in ihrem gegenwärtigen Zustande nur circa 2.5 m^3 beträgt, so folgt daraus, daß bei einem solchen normalen Landregen, der gleichmäßig durch einige Tage ohne Unterbrechung anhalten würde, im Verlaufe der ersten 24 Stunden ungefähr 146.000 m^3 Wasser zum größeren Theile unterirdisch und der Rest oberirdisch gestaut werden. In Folge dieser Stauung wird naturgemäß durch den vermehrten hydrostatischen Druck gleichzeitig die Abflussmenge pro Secunde einigermaßen vergrößert. Dessenungeachtet vermag aber gegenwärtig die Höhle im Hintergrunde des zweiten Syphons, und auch künftighin ohne künstliche Nachhilfe an dem noch bis jetzt unbekannten Abflusshindernisse, selbst bei einer Druckhöhe von mehr als 20 m, kaum den anhaltenden Zufluss von 4.2 m^3 pro Secunde weiter abzuleiten. Beweis dessen sind die sich jährlich wiederholenden kleineren Ueberschwemmungen im Kesselthale von Semriach. Dieselben sind zwar nur einzelnen Liegenschaften am Thalabschlusse in der Schlucht sehr nachtheilig, ohne jedoch die höher-

gelegenen Ansiedelungen und die ertragreichen Grundstücke der Mulde zu schädigen. Nur die großen Hochfluthen, wie solche bisher in einzelnen Jahren verzeichnet wurden, stehen im traurigen Angedenken der Thalbewohner von Semriach. Die Furcht vor derartigen Elementar-Ereignissen ist demzufolge bei den Besitzern der tiefergelegenen Thalgründe und der gefährdeten Ansiedelungen nicht unbegründet.

Eine besondere Betrachtung verdient ferner gewiss die als Folge von Elementar-Ereignissen eintretende Inundation, welche bis zur Meereshöhe von 667 m heranreicht und circa 9 Millionen m^3 Wasser enthalten dürfte. Dieselbe soll im Verlaufe von nahezu vier Wochen bei unaufhörlichen Regengüssen herangewachsen sein. Dementsprechend mussten zu jener Zeit durchschnittlich circa 3.7 m^3 Wasser pro Secunde das Abflussvermögen der Höhle überschritten haben und verursachten successive eine durch mehrere Monate anhaltende Ueberschwemmung des Kesselthales von Semriach, bei deren maximaler Stauhöhe das Abflusshindernis am zweiten Höhlensyphon unter einem hydrostatischen Drucke von 44 m stand. Wenn auch von der furchtbaren Inundation des Semriacher Kesselthales zu Ende des vorigen Jahrhunderts keinerlei näheren Daten vorhanden sind, so liefert dennoch die Cubatur des Inundationsgebietes mehr als 30 Millionen m^3 Wasser, welches ohne Zweifel viele Monate lang zu seinem successiven Abflusse durch die Lurloch-Höhle benöthigt haben musste. Kaum glaublich erscheinen jedoch die aus den zugehörigen Stauwässern herauszukügelnden durchschnittlichen Regenmengen, die gefallen sein mussten, um diese für das gesammte Kesselthal historische Ueberschwemmung hervorzubringen; die Stauhöhe bis zur Isohypse von 700 m würde nur von einer Reihe von verheerenden Wolkenbrüchen denkbar sein, welche im Verlaufe von wenigen Tagen beinahe 1800 mm Regenhöhe mit sich bringen müssten.

Wahrnehmungen in den unterirdischen Räumen der Lurloch-Höhle.

Das relative Gefälle des Lurloch-Baches beträgt auf seinem bisher bekannten unterirdischen Laufe ca. 3 bis 4‰, während das oberirdische Bachbett im letzten Kilometer ein relatives Gefälle von 4 bis 5‰ aufweist. Demnach liegt in der Höhlenweite bis zum zweiten Syphon (auf ca. 200 m Höhlenstrecke) eine Gefällsverminderung, die es eben auch erklärlich macht, daß das verhältnismäßig geringe Bachgerölle, welches aus dem Oberlaufe des Semriacher Kesselthales zur Höhle herabgeführt wird, im Laufe der Jahrhunderte eine immerhin beträchtliche Ablagerung in den unterirdischen Räumen erzeugte. Nicht einmal die gewaltige und seltsame Profilverengung am ersten Höhlensyphon vermochte es hintanzuhalten, daß der Höhlenbach sein Geschiebe und Gerölle nicht auch weiter abwärts in das Berginnere transportirt hätte. Ebenso bedeutende Mengen dieses Materiales liegen in den Höhlenweitungen zwischen dem ersten und zweiten Syphon. Die Fortsetzung des unterirdischen Wasserlaufes im Hintergrunde des zweiten Syphons ist bisher noch nicht erforscht. Obzwar am rechten Höhlenbach-Ufer, in benachbarter Lage des zweiten Syphons ein dem sogenannten Schlurf ähnlicher und nur ca. 70 bis 80 cm hochgewölbter, kaum 2 m breiter und fast 16 m langer Höhlengang in westlicher Richtung weiterführt, wurde trotzdem jenseits derselben Communication, die nur um ca. 1 m über dem benachbarten Syphonspiegel hinabzieht, bisher keinerlei Spur von dem weiteren Verlaufe des ansehnlichen Höhlenbaches entdeckt. Wohl ist über alle Zweifel erhaben, daß der obenbezeichnete, schlurfähnliche Höhlengang den zeitweisen Hochwässern die am benachbarten Syphon einen bedeutenden Rückstau erfahren, als Ueberlauf und Abfluss in die mit Tropfsteinen verzierten Grotten dient. Diese Höhlenweitungen sind eben das verlassene Bachbett und dürften in einem ihrer Seitengänge zu den tieferen Horizonten des gegenwärtigen Höhlenbaches hinabführen. Eine genaue Vermessung und ein mit Muße betriebenes Studium dieser noch unbekannten Fortsetzung der unterirdischen Räume dürfte die fragliche Stelle ausfindig machen lassen. Dieselbe Stelle ist zugleich als Angriffspunkt für die Sanirung der Hochwasserschäden des Kesselthales von Semriach zu betrachten, denn von hier aus erfolgt

der Rückstau immer weiter und weiter bis in das Thal hinaus und erreicht, je nachdem der Zufluss reich und andauernd ist, die entsprechenden Stauhöhen.

Erwähnenswerth ist auch noch eine eigenthümliche Erscheinung, die eben zu den größten Verwirrungen in den Aussagen und Ansichten der sogenannten Localkundigen gelegentlich der anfänglichen Hilfsaction Veranlassung gab, daß der Abfluss des Lurloch-Baches bereits im Vordergrund des oftgenannten Tümpels, rechtsseitig am unteren Schlurfende in unbekannte Tiefen heftig strömend erfolge. Deshalb begegnete man auch der mehrseitigen Behauptung, jenseits in den Höhlenräumen, die man durch den Schlot erreichen kann, fließe ein zweiter, viel schwächerer Bach, wie der in der Vorhöhle. Alle diese Meinungen sind auf die unrichtige Beurtheilung des unterirdischen Abflusses des Lurloch-Baches bei seinem Niederwasser zurückzuführen. Thatsächlich besteht ein rechtsseitig am Tümpel erfolgender Abfluss der Höhlenwässer. Dieser bei Niederwässern des Lurloch-Baches lebhaft erfolgende Abfluss, welcher durch Seitenklüfte und Zwischenräume der Trümmerhalde nach den tieferen Horizonten der Wasserhöhle hinabzieht, verschwindet jedoch mit dem eintretenden Hochwasser, weil der Rückstau von der Tiefe aus alle Klüfte und Spalten successive immer höher anfüllt, bis dieselben endlich total vergossen werden. Diese Erscheinung ist jedoch nur die unmittelbare Folge eines von der Außenwelt eindringenden Hochwassers. Jeder stärkere (nach meiner Rechnung mehr als $\frac{1}{4} m^3$ führende) Wasserzufluss bringt diese und die weitere Erscheinung mit sich, daß der sogenannte Tümpel höher und immer höher steigen muss, bis er endlich bei $1.5 m^3$ secundlichen Zufluss das Niveau des diesseitig verzeichneten Syphonspiegels einnimmt.

Nachweisung über den Fortschritt der Sprengarbeiten im Schlurfe.

Die durch Sprengungen, wie in den zugehörigen Plan- und Profilzeichnungen ersichtlich gemacht wurde, bewerkstelligte Arbeitsleistung ist nachfolgende: Die Gesamtlänge der erhöhten Schlurfstrecke beträgt $13.5 m$, wobei das anfängliche Segmentprofil ca. $1.6-2 m$ Spannweite und eine Pfeilhöhe von $70-80 cm$ aufzuweisen hatte. Die Spannweite und Pfeilhöhe verjüngten sich im letzten Theile der Strecke successive auf $90 cm$, bzw. $50 cm$. Vom Anfangspunkt „a“ über den Punkt „b“ nach „c“ verläuft die Strecke geradlinig durch $9.5 m$ Länge. Bis zu diesem Punkte „c“ musste auf gut Glück gearbeitet werden, weil man bis dahin von der Lage des Schlotes nichts wusste. Um diese Zeit wurde jedoch das fragliche Ziel mittelst der Wasserstauung hinter den Dämmen und mittelst einer hiedurch ermöglichten, genauen Untersuchung des auf diese Weise entwässerten Tümpels in der Höhle mit Sicherheit constatirt. Daraufhin musste vom Punkte „c“ zum unteren Schlot-Ende „d“ eine rechtsseitige Abschwenkung unter ca. 45° bei $4 m$ Länge von der bisherigen Richtung der Schlurf-Erhöhung eingeschlagen werden. Dies dürfte ein hinreichender Beweis dafür sein, welche Tragweite die Wasserstauung hinter den Dämmen und die damit unmittelbar verbundene Nachsuche nach dem Zielpunkte „d“ hatte. Wohl hätte ein geradliniger Durchschlag des gegenüberstehenden Felsenpfeilers am rechten Ufer des ersten Syphons auch zu den Eingeschlossenen geführt; doch hätte diese Arbeit, weil nur als regelrechter Stollen herstellbar, nicht vor weiteren 14 Tagen bei Tag- und Nachtschicht bewerkstelligt werden können. Auch der näherliegende Weg, nämlich eine eventuelle Erhöhung des Syphongewölbes (im Segmentprofil ober Wasser) würde kaum vor 8 Tagen bei ununterbrochener Sprengarbeit auf das Nothdürftigste herzustellen gewesen sein.

Daß die vorgenommenen Sprengungen im Allgemeinen als unerlässlich bezeichnet werden müssen, erlaube ich mir nochmals hervorzuheben. Dennoch handelte es sich zu allererst darum, das Endziel derselben, den Zielpunkt „d“ mit absoluter Sicherheit ausfindig zu machen und bergmännisch zu fixiren, um die vollste Energie durch eine zielbewusste Richtung hervorzubringen und zu erhalten. Durch die Sprengarbeit von Samstag ca. 6 Uhr Früh bis Sonntag 6 Uhr Abends, also während 36 Stunden wurden $7 m$ Länge bei der Streckenerhöhung bewältigt. Daraus ergibt sich pro Stunde im Durch-

schnitte $19.5 cm$ Länge. Je weiter im Schlurfe bei der Streckenerhöhung vorgedrungen wurde, desto beschwerlicher und zeitraubender musste sich die Arbeit gestalten. Daher die bezügliche Arbeitsleistung vom Sonntage 6 Uhr Abends bis Montag 10 Uhr 30 Minuten Vormittags, also in $16\frac{1}{2}$ Stunden mit weiteren $2.5 m$ Länge dieser Streckenerhöhung bei unverändertem Profile nur mehr durchschnittlich $15 cm$ pro Stunde verzeichnen ließ.

Wie schon oben erwähnt wurde, wurde das Ziel der Sprengarbeit, die untere Schlotmündung im Punkte „d“, unmittelbar darauf um 11 Uhr entdeckt, wodurch der weitere Arbeitsfortschritt ganz wesentlich gesteigert wurde. Trotz der selbstredend noch schwierigeren Verhältnisse wurde von $11\frac{1}{2}$ Uhr Vormittags bis $4\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags, demnach in 5 Stunden, wohl bei Beschränkung des Querprofils auf das zulässige Minimum ($50/90 cm$) in der weiteren Strecke, eine Länge von $4 m$ bewältigt. Daraus folgt im Durchschnitte eine stündliche Leistung von $80 cm$ Länge. Berücksichtigt man jedoch, daß das Streckenprofil beinahe auf ein Drittel der Fläche reducirt wurde, so bliebe noch immer eine comparative Leistung von $27 cm$ Länge per Stunde.

Schlussbemerkungen über den unterirdischen Wasserlauf der Lurloch-Höhle.

Im Allgemeinen sind die unterirdischen Räume und Höhlenweitungen des Lurlochs, zufolge der guten Beschaffenheit des Kalksteines der Devonformation als günstig ausgebildet zu bezeichnen. Doch gibt es, soweit meine näheren Untersuchungen reichen konnten, zwei Stellen in den Weitungen der Lurloch-Höhle, die gefährdrohende Nachbrüche der Decke und der Wände gewärtigen lassen. Die erste Stelle ist linksufrig ca. $65 m$ weit vom Höhlen-Eingange. Dieselbe ist schon von Natur aus durch die Felstrümmer, die von Decken- und Wand-Nachbrüchen herrühren, hinreichend bezeichnet. Die zweite Stelle liegt an der Gebirgsscheidung, dort wo der oftgenannte Schlot hinaufführt. Diese Stelle ist weitaus gefährlicher und vielleicht die gefährlichste der ganzen Höhlung. Denn der locale Gebirgsdruck hat an dieser Stelle erstens den Schlot als eine einfache Gesteinskluft hervorgebracht und ferner die zahlreichen Felstrümmer des ersten großen Höhlenraumes jenseits des Schlotes zum Absturz gebracht, wie auch vielseitige Berstungen, Spalten und Klüfte im Hangenden des Gebirges verursacht, so daß im Bereiche der nur sozusagen schlotähnlichen Gebirgskluft, die mit einem eigentlichen Erosions-Schlot nicht die geringste Verwandtschaft und Aehnlichkeit besitzt, eventuell Nachbrüche und Felsabstürze unberechenbar bald erfolgen dürften.

Die ansehnliche Gebirgskluft nördlich entlang der Felswand am Syphon Nr. 2 hat zwar in der obersten Partie, die sich nach der Höhe immer enger und enger gestaltet, einige grobe Felstrümmer aufzuweisen, aber ihre Wände und Decke sind nur stellenweise zerborsten und zwar nach allem Anschein ungefährlich. Im Hintergrunde des zweiten Syphons liegt ferner das Geheimnis des unzureichenden Abflusses des Höhlenbaches verborgen. Der muthmaßliche Abfluss soll, wie das Volk vermeint, in der Richtung gegen Peggau erfolgen und das Gewässer des sogenannten Hammer- oder Schmelzbaches vorstellen. Und thatsächlich kann ich dies mit meiner an Ort und Stelle gewonnenen Ueberzeugung und durch Analogien, die ich andererseits aus dem Studium der Wasserhöhlen und unterirdischen Wasserläufe in Krain gewonnen hatte, im Allgemeinen bestätigen und außerdem noch hinzufügen, daß das Höhlengewässer vom Lurloch nur zu den kurzlebigen, aber sehr wasserreichen Quellen am Fuße der Peggauer Wände — entlang den Verwerfungsclüften zwischen dem Kalkstein und Schiefer der Devonformation — hinabströmen müsse.

Durch entsprechende Detailstudien, Beobachtungen der beiderseitigen Wasserstände und speciell durch nähere Forschungen in Verbindung mit genauen Messungen im Lurloch dürfte man in der Zukunft die volle Bestätigung dieser Behauptung finden. Der betreffende unterirdische Wasserlauf vom Eingange in das Lurloch bis zu den obenerwähnten Höhlenquellen am Fuße der Felswände bei Peggau hat in gerader Linie gemessen eine Länge von ca. $3.1 km$ und ein Totalgefälle von ca. $190 m$.

Vom Standpunkte der Meliorations-Technik darf zum Schlusse hervorgehoben werden, daß es im besonderen Interesse für die Gründe des Semriacher Kesselthales gelegen wäre, wenn die

Regulirung, respective die Wildbachverbauung dieses unterirdischen Wasserlaufes näher in Betracht gezogen und mit verhältnismäßig geringen Kosten in Ausführung gebracht werden würde.

Das älteste Aufgabenheft.

Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 14. April 1894 von Prof. Dr. L. Gegenbauer.

Meine Herren! Mit dem größten Vergnügen bin ich der Einladung Ihres Vorstandes, in der Vollversammlung des Vereines einen Vortrag zu halten, gefolgt, wurde mir doch dadurch die erwünschte Gelegenheit geboten, mit denjenigen Männern in Fühlung zu treten, welche dem, was wir in einsamer Studierstube ersinnen, Leben einhauchen, indem sie dasselbe mit kundiger Hand zur Förderung der materiellen Wohlfahrt der Menschheit verwerthen. Bei Ihnen vor Allem kann ich mit Zuversicht auf ein lebhaftes Interesse rechnen, wenn ich über ein Capitel aus der Urgeschichte derjenigen Wissenschaft spreche, welche die Basis Ihrer segensreichen Thätigkeit bildet, wenn ich den Weg klarlege, auf welchem der menschliche Geist vor Jahrtausenden Aufgaben gelöst hat, die allerdings heute selbst einem mittel-mäßigen Gymnasialschüler keine Schwierigkeiten bereiten, welche aber damals die volle Kraft des menschlichen Denkens in Anspruch nahmen. Zu jeder Zeit werden die Fortschritte in den einzelnen Wissenschaften von denjenigen Völkern gemacht, welche auf der Hochwarte der Cultur stehen — daher kommt es auch, daß in der Entwicklung derselben oft mehr oder minder lange Pausen eintreten, während welcher die Aneignung des von der Menschheit erworbenen Wissensschatzes durch diejenigen Völker erfolgt, welche die bis dahin geistig führenden aber altersschwach gewordenen abzulösen bestimmt sind — Pausen, die zumeist so lange dauern, bis die neuen Träger der Cultur sich von dem Einflusse ihrer Lehrer völlig emancipirt haben.

Weit über die historischen Zeiten aller Völker ragt die ägyptische Geschichte wie ein einsamer Fels in das Nebelmeer der menschlichen Vorzeit hinaus, in den Papyrusrollen des Landes der Pharaonen werden wir daher auch nach den ältesten wissenschaftlichen Documenten zu suchen haben; — und in der That durch das, was uns diese stummen und doch so beredten Zeugen einer glanzvollen Vergangenheit enthüllen, werden selbst unsere kühnsten Erwartungen weit überboten. Nahezu drei Jahrtausende, bevor jene Völker in die Geschichte eintraten, welche wir zufolge der Einseitigkeit unseres modernen Unterrichtes von Jugend auf als die Urheber und Grundpfeiler aller menschlichen Weisheit und Gesittung anzusehen gewohnt sind, hat ein ägyptischer Königssohn der fünften Dynastie, Pta-ho-tep, dessen Aussprüche uns in dem vor beiläufig vier Jahrtausenden geschriebenen Papyrus Prisso, „dem ältesten Buche der Welt“, mitgetheilt werden, Lebensregeln und Lehren der Weisheit und Moral gepredigt, welche Allem, was seither der menschliche Geist in dieser Hinsicht hervorgebracht hat, ebenbürtig an die Seite gestellt werden können und welche leider bis heute noch nicht Gemeingut Aller geworden sind. „Wissen allein“, sagt Pta-ho-tep, „ist Leben, die Unwissenheit ist der Tod.“ „Herrlich“, heisst es an einer anderen Stelle, „ist der Sohn, der die Lehren seines Vaters aufnimmt, alt wird er darum; denn es liebt Gott den Gehorsam, den Ungehorsam aber hasst er.“ „Verachte nicht Denjenigen“, lehrt er weiter, „der nicht so reich und vornehm ist wie du, er bleibt immer dein Nächster.“

Aber nicht nur die ägyptische Philosophie stand zu einer vorsintfluthlichen Zeit auf einer hohen Stufe der Entwicklung, auch die exacten Wissenschaften fanden schon damals an den Ufern des Nil eine ausgiebige Pflege. Teta, der Sohn des Gründers der ersten Königsdynastie, welche um 4455 vor Christi Geburt an's Ruder kam, verfasste schon anatomische Schriften und gab ein Recept zur Verjüngung des Haarwuchses an — ein Beweis der tiefen Weltkenntnis des weisen Ben Akiba —; König Nebka schrieb um 3800 v. Chr. medicinische Abhandlungen. Schon in den frühesten Zeiten war die Medicin, in welcher vier Heilmittel: Salben, Tränke, Umschläge und Klystiere zur Ver-

wendung gelangten, so ausgebildet, daß sich das Specialistenthum breit machte, indem jeder Arzt sich nur mit einer Art von Krankheiten beschäftigte; es gab nämlich in Aegypten Augenärzte, Zahnärzte, Aerzte für den Kopf, für den Bauch und endlich für die nicht sichtbaren Krankheiten.

Die Pyramiden, jene wunderbaren Bauwerke, welche seit Jahrtausenden jeden Beschauer in ehrfurchtsvolles Staunen versetzen, und die im Gegensatze zu anderen großen Ruinen, von welcher Seite man sie auch ansehen mag, niemals Trümmerhaufen werden, sondern stets Werke von Menschenhand bleiben, zeigen uns, daß schon vor der vierten Dynastie, welche um das Jahr 3686 v. Chr. zur Herrschaft gelangte und der die bekannten Pyramidenbauer Chufu, Chafra und Menkara angehören, die mathematischen Hilfswissenschaften der Baukunst sich einer verhältnismäßig bedeutenden Ausbildung erfreuten, welche noch dadurch gefördert wurde, daß die gefundenen Regeln höchst wahrscheinlich sich nicht bloß durch mündliche Ueberlieferung fortpflanzten, sondern niedergeschrieben und in den königlichen Bibliotheken aufbewahrt wurden.

Die geradezu krystallinische Regelmäßigkeit jener Bauten, deren Grundlinien nicht durch allerlei Schmuckwerk verdeckt werden, verräth einen eigenthümlichen Sinn für die Form selbst und läßt es uns begreiflich erscheinen, daß Aegypten von jeher als die Mutter der Geometrie angesehen wurde; der jedem Volke eigene Sinn für Raumverhältnisse kommt ja — wenigstens so lange dasselbe seine Ursprünglichkeit noch nicht eingebüßt hat — unstreitig in seiner Baukunst zur Geltung, und deshalb gestattet uns der Zustand der Architektur stets einen Rückschluss auf den der Geometrie. Die Inder, welche die Schönheit ihrer Bauwerke in phantastischen Formen suchen, können unmöglich den einfachen, gesetzlichen Gestalten der Geometrie ein lebhaftes Interesse entgegenbringen — und in der That stand auch diese Wissenschaft bei unseren Stammverwandten am Ganges stets auf einer niedrigen Stufe, obwohl dieselben sich über Mangel an mathematischer Begabung durchaus nicht beklagen können; haben sie doch durch die Entwicklung der reinen Arithmetik und namentlich durch die Schaffung des dekadischen Zahlensystems auf unser ganzes modernes Leben einen Einfluss ausgeübt, der zwar weniger in die Augen springt und wegen der heutigen Studieneinrichtung uns auch nicht so zum Bewusstsein gebracht wird, als der des classischen Alterthums, denselben aber in Wirklichkeit weit übertrifft. Die Leichtigkeit, mit welcher die Brahmanen mit großen Zahlen rechneten, sowie die den Indern eigenthümliche Richtung auf das Maßlose führte sie dazu, daß sie den ersten Versuch unternahmen, den Staub zu zählen; dieser Begabung ist es auch zuzuschreiben, daß in Indien arithmetische Aufgaben und Turniere zu den gesellschaftlichen Lustbarkeiten gerechnet wurden — eine sonst nirgends wiederkehrende Erscheinung. „Wie die Sonne die Sterne verdunkelt“, sagt ein indischer Schriftsteller, „so wird der Ruhm desjenigen Mannes den aller anderen in den Schatten stellen, welcher in Gesellschaften algebraische Aufgaben stellt, namentlich dann“, fügt er vorsichtig hinzu, „wenn er sie auch zu lösen vermag.“ Ob die Fähigkeit, sehr große Zahlen rasch im Kopfe zu multipliciren, heute einen jungen Mann zum Löwen der Salons machen würde, will ich dahingestellt sein lassen, in dieser Beziehung wenigstens dürften sich die Anschauungen der alten Inder von den unserigen sicher unterscheiden, wenn sich auch sonst vielfach eine geradezu überraschende Uebereinstimmung in den beiderseitigen Ansichten constatiren lässt, so beispielsweise in der uns sowie den Indern eigenthümlichen Verdammung der Volksausbeutung, die sich in dem indischen Wunsche, „die Morgenröthe möge Demjenigen nicht

leuchten, der sich von dem Schweiß seiner Nebenmenschen mästet“, deutlich ausspricht.

Die barocke Baukunst der Chinesen, die styloso der Babylonier, die structurwidrige der Phönicië lassen keine bedeutende Entwicklung der Geometrie bei diesen Völkern erwarten — eine Vermuthung, welche durch die Geschichte dieser Wissenschaft bestätigt wird — die Einfachheit und Regelmäßigkeit der Formen der griechischen Architektur hingegen, die Freiheit der Behandlung bei allem Maß verkünden uns laut die eminente geometrische Begabung dieses Volkes, welche wir in seinen wissenschaftlichen Arbeiten bewundern. Und gerade die Griechen bezeichnen Aegypten als die Wiege der Mathematik.

So theilt uns Platon in seinem Phaidros mit, daß der Gott Thot der Aegypter die Zahl und das Rechnen, die Geometrie und die Astronomie erfunden habe, und hebt in den Gesetzen hervor, daß bei den Aegyptern schon die Kinder in den Messungen zur Bestimmung von Länge, Breite und Tiefe unterrichtet würden. Isokrates berichtet, daß die Aegypter die älteren Priester über die wichtigsten Angelegenheiten setzten, dagegen die jüngeren beredeten, sich mit Hintansetzung des Vergnügens der Astronomie, Rechenkunst und Geometrie zu widmen, und auch Aristoteles führt die Schaffung der Mathematik auf Aegypten zurück, weil es dort eine der Sorgen des täglichen Erwerbes überhobene Priesterschaft gegeben habe, die sich der ausschließlichen Pflege der Wissenschaft hingeben konnte. Gerade dieser von den beiden griechischen Weisen hervorgehobene Umstand, daß die Pflege der Mathematik, wie überhaupt jeder Wissenschaft, in Aegypten ausschließlich auf die Priesterkaste beschränkt war, hat sich einerseits einer raschen und gedeihlichen Entwicklung derselben hindernd in den Weg gestellt, andererseits bewirkt, daß die uns zu gekommenen indirecten Nachrichten über ägyptische Mathematik inhaltlich, die directen aber der Zahl nach recht dürftig sind, und daß wir aus denselben überhaupt keinen Schluss auf Umfang und Inhalt der mathematischen Kenntnisse der Aegypter zu ziehen vermögen. Schon in den frühesten Zeiten wurden in Folge der angeführten Verhältnisse die mathematischen Resultate, welche ägyptische Forscher gefunden, in den Kanon der heiligen Bücher aufgenommen, von dessen Inhalt die Priester nur so viel und dieses nur in solcher Form mittheilten, als es ihren Zwecken entsprach; hiedurch aber wurde jeder Trieb nach Erforschung neuer mathematischer Wahrheiten im Keime erstickt, für die Priester stand ja die Pflege exacten Wissens überhaupt in letzter Linie, für alle außerhalb dieser Kaste stehenden Mathematiker war aber die Bethätigung eines solchen zwecklos oder gar gefährlich, da gewiss für jeden Feldmesser die Benützung anderer als der von den Bewahrern und Auslegern des Kanon oft wohl absichtlich recht ungenau angegebenen Regeln ebenso gewagt war, als der Gebrauch anderer als der von den Priestern approbirten Recepte für den Arzt, der in einem solchen Falle, wenn die Cur fehlschlug, der muthwilligen Tödtung angeklagt wurde. Daß die ägyptischen Priester den nach Aegypten pilgernden Griechen nur einen äußerst geringen Bruchtheil ihres selbst den Einheimischen gegenüber sorgsam im Verborgenen gehüteten Wissens freigaben, ist bei der Zurückhaltung, welche sie jedem Fremden gegenüber beobachteten, selbstverständlich.

Herodot, der Vater der Geschichtschreibung, berichtet über die unter dem Könige Sesostriß durchgeführte Eintheilung des Landes mit folgenden Worten: „Auch sagten sie, daß dieser König das Land unter alle Aegypter so vertheilt habe, daß er jedem ein gleich großes Viereck gegeben und von diesem seine Einkünfte bezogen habe, indem er eine jährlich zu entrichtende Steuer auflegte. Wem aber der Fluss von seinem Theile etwas wegriss, der musste zu ihm kommen und das Geschehene anzeigen; er schickte dann die Aufseher, die auszumessen hatten, um wie viel das Landstück kleiner geworden war, damit der Inhaber von dem übrigen nach Verhältnis der aufgelegten Abgaben steuere“ — auch eine niemals wiederkehrende Erscheinung —; „hieraus scheint mir die Geometrie entstanden zu sein, die von da nach Hellas kam.“ Ermittlung und stete Controle des Besitzstandes zum Behufe einer gerechten Steuerbemessung gaben also

— wenn wir Herodot glauben dürfen — den Anstoß zur Entstehung und Ausbildung unserer Wissenschaft; wir verdienen daher eigentlich der crassesten Undankbarkeit geziehen zu werden, wenn wir unsere Steuern nicht mit einer gewissen Begeisterung zahlen.

Zu einer Zeit, als sich in Griechenland der Sinn für mathematische und philosophische Forschung erst langsam zu entwickeln begann, hatten diese Wissenschaften in Aegypten schon einen so hohen Grad der Ausbildung erlangt, daß eine Reihe der hervorragendsten Männer Griechenlands sich bewogen fand, die für die damaligen Verhältnisse ganz bedeutende Reise nach Aegypten zu unternehmen und oft jahrelang daselbst zu verweilen, um zu den Füßen der ägyptischen Priester den Lehren der Weisheit zu lauschen. „Die ägyptischen Priester“, berichtet Diodor, „nennen unter den Fremden, welche nach den Verzeichnissen der heiligen Bücher vormals zu ihnen gekommen sind, den Orpheus, Musaios, Melampus und Daidolos, nach diesen den Dichter Homer, den Spartaner Lykurgos, desgleichen den Athener Solon und den Philosophen Platon. Gekommen sei zu ihnen auch der Samier Pythagoras und der Mathematiker Eudoxos, ingleichen Demokritos von Abdera und Oinopidos von Chios. Von allen diesen weisen sie noch Spuren auf, von den einen Bildnisse, von den anderen Orte und Gebäude, die nach ihnen benannt sind. Aus der Vergleichung dessen, was jeder von ihnen in seinem Fache geleistet hat, führen sie den Beweis, daß sie dasjenige, um deswillen sie von den Hellenen bewundert werden, aus Aegypten entlehnt haben.“ Auch der Milesier Thales ließ sich in vorgerücktem Alter zu Studienzwecken längere Zeit in Aegypten nieder. „Thales, der nach Aegypten ging“, sagt Eudemos von Rhodos in dem durch Proklus Diadochos erhaltenen Bruchstücke seiner Geschichte der Mathematik, „brachte zuerst die Geometrie nach Hellas hinüber und Vieles entdeckte er selbst, von Vielem aber überlieferte er die Anfänge seinen Nachfolgern; das Eine machte er allgemeiner, das Andere mehr sinnlich fassbar!“ — Und von diesen, den Griechen so imponirenden mathematischen Kenntnissen der alten Aegypter hatte man bis zum Jahre 1877 keine Kunde außer den spärlichen Andeutungen, welche aus gelegentlichen Felder- und Opferberechnungen in Tempelinschriften entnommen werden konnten. Im genannten Jahre veröffentlichte der ausgezeichnete Heidelberger Aegyptologe Professor Dr. August Eisenlohr unter dem Titel: „Ein mathematisches Handbuch der alten Aegypter“ den Text des in British Museum in London aufbewahrten mathematischen Papyrus, welchen A. Henry Rhind in Aegypten erwarb und der nach seinem Tode dem genannten Museum übergeben wurde, nebst einer Uebersetzung und Erklärung desselben, wodurch er uns einen ungeahnten Einblick in die mathematische Bildung jener alten Culturstätte am Nil eröffnete.

Ueber Abfassungszeit und Verfasser dieses wichtigen Documentes gibt uns die Einleitung desselben, in welcher der Inhalt in einer an heutige Zustände erinnernden ziemlich marktschreierischen Weise angepriesen wird, genügenden Aufschluss. Dieselbe lautet: „Vorschrift, zu gelangen zur Kenntnis aller dunklen Dinge . . ., aller Geheimnisse, welche enthalten sind in den Gegenständen. Verfasst wurde dieses Buch im Jahre 33, Messori, Tag . . . unter dem Könige von Ober- und Unter-Aegypten Ra-ä-us, Lebend, nach dem Vorbilde von alten Schriften, die verfertigt wurden in den Zeiten des Königs . . . at, durch den Schreiber Ahmes verfasst diese Schrift.“ Ra-ä-us ist, wie Dr. Ludwig Stern aus einem im Fayum aufgefundenen Holzstücke des ägyptischen Museums in Berlin ersehen hat, der Hiksoskönig Apepa, welcher zwischen 2000 und 1700 v. Chr. regierte. Da die Schrift des Papyrus althieratisch ist und nach rückwärts der des Leipziger Papyrus Ebers so nahe steht, daß beide Documente so ziemlich derselben Periode angehören müssen, da ferner zu vermuthen steht, daß der Schreiber dieser Handschrift der bekannten Sitte der Aegypter die Eigennamen der eben herrschenden oder vor Kurzem verstorbenen Regenten oder diesen ziemlich ähnliche zu gebrauchen, folgend seinen Namen dem eines nahen Vorgängers des Apepa, unter denen Amasis erscheint, angepasst haben dürfte,

so liegt kein Grund vor, die Angaben des Papyrus über sein Alter zu bezweifeln. Wir können daher mit einem an Gewissheit grenzenden Grade von Wahrscheinlichkeit behaupten, daß derselbe unter den Hiksoskönigen, deren Zeitalter man als das des Moses bezeichnen kann, entstanden ist, während deren Herrschaft auch die ägyptische Ilias des Pentaur über die Großthaten des Ramses gegen die Cheta und ihre Bundesgenossen aus Vorderasien am Orontes, sowie der reizende Roman von den zwei Brüdern geschrieben wurde — daß also dieses Document heute ein Alter von mehr als 3600 Jahren besitzt.

Ob die Angabe, daß das kostbare Manuscript die Copie einer weit älteren Vorlage ist, nicht etwa ein wohlüberlegter Geschäftskniff des schlauen Schreibers ist, um den Preis desselben zu erhöhen, will ich dahingestellt sein lassen; entspricht dieselbe aber der Wahrheit, so ist nach der von Eisenlohr vorgenommenen Ausfüllung der vor den Buchstaben at' befindlichen Lücke das Original des mathematischen Papyrus unter dem Könige Raenmat', d. i. Amenemhat III., aus der XII. Dynastie entstanden, dessen Regierungszeit nach Lauth von 2425 bis 2383 v. Chr. reicht. Amenemhat legte bekanntlich den unter dem Namen Mörissee bekannten großartigen Wasserbehälter an, in welchem der in den Jahren starken Steigens des Nil auftretende Wasserüberschuss angesammelt und für die Jahre der Dürre aufbewahrt wurde, sowie das an demselben gelegene Labyrinth; er ist auch der geistige Urheber jener bemerkenswerthen Zeichen, mit denen an den der Stadt Semneh benachbarten Felsen der höchste Wasserstand des Nil in den verschiedenen Jahren markirt wurde. Die Eisenlohr'sche Hypothese erhielt in der jüngsten Zeit eine starke Stütze durch die Auffindung zweier mathematischer Manuscripte in der Nähe von Kahun, südlich von unter der Regierung des Königs Usertesen II. aus der XII. Dynastie erbauten Pyramide von Illahun, deren Inhalt eine große Ähnlichkeit mit dem Papyrus Rhind zeigt. Sollte etwa eine in London aufbewahrte Lederrolle mit mathematischen Hieroglyphen, welche in Folge ihres spröden Zustandes bisher allen Versuchen der Aufwicklung widerstand, das Original des Papyrus Rhind sein?

Sowie die ägyptische Geschichte steht auch der Papyrus Rhind als ein vereinzelt Monument des höchsten, ehrwürdigsten Alterthums da, dennoch zeigt er uns nicht die Anfangsstufe mathematischer Erkenntnis, sondern die Früchte vielhundertjähriger Thätigkeit menschlichen Geistes auf diesem abstracten Gebiete, wie dies aus der nun folgenden Auseinandersetzung seines Inhaltes unzweideutig hervorgehen wird.

Auf die Vorrede des mathematischen Papyrus folgt eine aus acht Columnen bestehende Tabelle, welche die Darstellung der Brüche mit dem Zähler 2 und einem dem Intervalle 5 bis 99 angehörigen ungeraden Nenner durch eine Summe von 2 bis 4 Stammbrüchen, d. i. von Brüchen mit dem Zähler 1, nebst einer Smot (Ausrechnung) genannten, zuweilen auch durch qem (suche) angedeuteten Verification der angegebenen Zerlegungen enthält. Die Nothwendigkeit der Vertrautheit mit einer derartigen Darstellung dieser Brüche und des Besitzes einer solchen Tabelle für Zwecke des praktischen Rechnens — wie heute eine solche in analoger Weise jedem Rechner in den Logarithmentafeln zur Verfügung steht — erhellt aus dem Umstande, daß die Aegypter mit Ausnahme von $\frac{2}{3}$, welcher Bruch stets als (uneigentlicher)

Stammbruch benützt wird, obgleich die Beziehung $\frac{2}{3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}$ den Mathematikern jener Zeit bekannt war, nur Brüche mit dem Zähler 1 verwendeten, nicht etwa, weil sie andere nicht zu denken vermochten, sondern weil der mündliche und schriftliche Ausdruck derselben ihnen höchst wahrscheinlich phonetische, grammatikalische und graphische Schwierigkeiten bereitete, worauf das am Kopfe jeder Column stehende nas (mit dem Deutezeichen eines den Finger an den Mund legenden Mannes) son chent, welches „mache aussprechbar 2 durch“ heißt, hinzuweisen scheint. Es ist nicht uninteressant, daß bei den Arabern und deren Schüler Aben Ezra die Brüche in stumme und aussprechbare ein-

getheilt und zu den ersteren alle jene gerechnet werden, deren Nenner nicht aus den Zahlen 2 bis 9 multiplicativ erzeugt werden kann.

Da sämtliche Stammbrüche (außer $\frac{2}{3}$) den gleichen Zähler haben, so ist es überflüssig, denselben anzuschreiben, man hat nur ersichtlich zu machen, dass die betreffende Zahl nicht ganz, sondern der Nenner eines Bruches ist, und dies geschieht in der hieroglyphischen Schrift durch das über dieselbe gesetzte Zeichen \circ , welches ro ausgesprochen wird und zugleich auch das kleinste

altägyptische Hohlmaß $= \frac{1}{32}$ Hin $= \frac{1}{320}$ Bescha $= 14 \text{ cm}^3$ bezeichnet, in der hieratischen durch ein darüber gesetztes Pünktchen — eine Ausnahme hievon bilden nur die Hieroglyphen für $\frac{1}{2}$ und $\frac{2}{3}$. Ich möchte bei dieser Gelegenheit nur darauf

hinweisen, daß in dem indischen Rechenbuche des Bakhshālī das Setzen eines Pünktchens über eine Zahl andeutet, daß dieselbe negativ ist, so bezeichnete Zahlen heißen nämlich kshaya (Schulden), und daß an demselben Orte — was als besonders geistreich bezeichnet werden muss — die Unbekannte in einer Gleichung ebenso, wie die Null, deren Namen sunya (leer) sie auch führt, durch einen ziemlich starken Punkt bezeichnet wird, woraus zu entnehmen ist, daß für die Inder eine Stelle, so lange deren Ausfüllung dem Rechner nicht bekannt ist, gleichbedeutend mit einer solchen war, deren Ausführung überhaupt nicht existirt.

Die Benützung der Zerfällung der Brüche in Stammbrüche *) ging von den Aegyptern zu den Griechen über; deren Verwendung durch die griechischen Rechner geht ja nicht nur aus den Werken des Heron von Alexandrien, eines um das Jahr 100 v. Chr. in Aegypten lebenden Griechen, und dem Commentare des Entokius zur archimedischen Kreismessung hervor, sie wird auch durch den vor Kurzem von Baillet veröffentlichten griechischen Papyrus von Akhmim, das älteste uns bekannte Document über den Unterricht im praktischen Rechnen bei den Griechen, bewiesen, der uns sehr werthvolle Aufschlüsse über die Construction der Zerlegungstabellen wenigstens für die Zeit seiner Entstehung, also für das 7. und 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung, und zugleich in Verbindung mit der Heronianischen Tabelle und dem Papyrus Rhind einen Einblick in die Fortschritte derselben in praktischer Beziehung gewährt. Dieser Papyrus, welcher sich gegenwärtig im Museum von Gizeh befindet, ist ein in Leder gebundenes Buch; er wurde von einigen Fellahs gefunden, welche, da sie sich über die Eigenthumsfrage nicht einigen konnten, sich an den Mudir wendeten, der ihren Streit in der allereinfachsten Weise dadurch schlichtete, daß er den Papyrus confiscirte und dem Generaldirector der Alterthümer in Aegypten übergab — ein äußerst probates Mittel zur Hintanhaltung von langwierigen

*) Es mag hier noch erwähnt werden, daß die aus der Gleichung

$$m = \mu n + p \quad (0 \leq p < n; \text{ m und n theilerfremd})$$

folgenden Beziehungen

$$\frac{n}{m} = \frac{1}{\mu} - \alpha \dots; \quad \frac{n}{m} = \frac{1}{\mu+1} + \beta$$

unmittelbar zu den Relationen

$$\frac{n}{m} = \frac{1}{\mu} - \frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} - \frac{1}{\mu_3} + \dots; \quad \frac{n}{m} = \frac{1}{\mu+1} + \frac{1}{\mu'_1} + \frac{1}{\mu'_2} + \dots$$

führen, deren erste von Lambert herrührt, während die zweite, die der im Papyrus Rhind enthaltenen Zerlegung entspricht, von Sylvester im Jahre 1880 im „American Journal of Mathematics“ angegeben wurde, sowie daß Möbius im 9. Bande des Journals für die reine und angewandte Mathematik von Crelle aus der Relation

$$\lambda = \sum_{\lambda=1}^{\infty} \frac{x^{\lambda} \mu(\lambda)}{1-x^{\lambda}}$$

($\mu(\lambda) = 0$, wenn λ durch ein Quadrat theilbar ist, und sonst gleich ± 1 , je nachdem die Anzahl der Primtheiler von x gerade oder ungerade ist)

eine Zerlegung von $\frac{1}{10}$ in solche Stammbrüche, deren Nenner mit lauter Einsern oder Neunern geschrieben werden, abgeleitet hat.

und kostspieligen Processen. Auf den Inhalt dieses werthvollen Schriftstückes werde ich in Bälde näher einzugehen haben.

Daß die Kenntniss der in der Tabelle des Ahmes angegebenen Zerlegungen genügt, um eine analoge für alle Brüche mit beliebigem Zähler und einem 100 nicht übersteigenden Nenner auszuführen, ist selbstverständlich, weil jede ganze Zahl die Form $2n$ oder $2n+1$ besitzt.

Die Aufgabe, einen Bruch in Stammbrüche zu zerlegen, ist natürlich keine vollkommen bestimmte — so hat man beispielsweise

$$\frac{2}{17} = \frac{1}{9} + \frac{1}{153} = \frac{1}{12} + \frac{1}{34} + \frac{1}{204} = \frac{1}{12} + \frac{1}{51} + \frac{1}{68} =$$

$$= \frac{1}{10} + \frac{1}{85} + \frac{1}{170} = \dots$$

man kann demnach sowohl bezüglich der Zahl als auch hinsichtlich der Natur der Nenner der zu verwendenden Stammbrüche verschiedene Voraussetzungen machen; für praktische Zwecke werden offenbar diejenigen unter den möglichen Zerlegungen am geeignetsten sein, in denen möglichst viele gerade Nenner mit möglichst vielen Theilern auftreten und bei denen nicht nur die Nenner möglichst klein sind, sondern auch deren Anzahl möglichst gering ist.

(Fortsetzung folgt.)

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Se. Majestät der Kaiser hat dem Ingenieur Herrn Enea Lanfrancini in Pressburg das Comthurkreuz des Franz Josefs-Ordens verliehen.

Das Organisations-Comité des VIII. internationalen Congresses für Hygiene in Budapest hat den Herrn Stadtbaudirector k. k. Oberbaurath Franz Berger zum Ehrenpräsidenten der achten Section (für Hygiene der Städte) ernannt.

Offene Stellen.

26. Bei den bosn.-herz. Staatsbahnen gelangen zwei Ingenieur-Stellen und die Stelle eines Ingenieur-Assistenten, bezw. Adjuncten für den Bahnerhaltungsdienst zur Neubesetzung. Mit den Ingenieur-Stellen ist der Bezug des Jahresgehaltes von 1200 fl., einer Diensteszulage jährlicher 100 fl., einer Functionszulage jährlicher 100 fl., sowie die Benützung eines Naturalquartieres oder jährliches Quartiergeld von 200 fl. verbunden. Für die Stelle eines Ingenieur-Assistenten, bezw. Adjuncten ist ein Jahresgehalt von 700 bis 800 fl., eine Diensteszulage von 100 fl. und ein Quartiergeld von 200 fl. angewiesen. Gesuche mit Nachweis der Studien sind bis 20. September l. J. an die Betriebs-Direction der bosn.-herz. Staatsbahnen in Sarajevo zu richten.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Vergebung der Erd- und Pflasterungsarbeiten für die Umpflasterung und Regulierung der Wilhelmstraße von O.-Nr. 7 bis 29 im XII. Bezirk mit dem veranschlagten Kostenbetrage von 4016 fl. 70 kr. und 100 fl. Pauschale. Am 10. September, 10 Uhr, beim Magistrat Wien. Vadium 50%.

2. Erd- und Baumeisterarbeiten für den Neubau eines Haupt-Unrathscanals in der Bäuerle- und Karajangasse im II. Bezirke im Kostenbetrage von 4949 fl. 51 kr. und 500 fl. Pauschale. Am 10. September, 11 Uhr, beim Magistrat Wien. Vadium 50%.

3. Erd- und Baumeisterarbeiten für den Umbau des Haupt-Unrathscanals in der Hauptstraße im III. Bezirke im Kostenbetrage von 1139 fl. 28 kr. und 130 fl. Pauschale. Am 11. September, 11 Uhr, beim Magistrat Wien. Vadium 50%.

4. Erd- und Pflasterungsarbeiten für die Regulierung und Umpflasterung der Alserbachstraße zwischen der Nussdorfer- und der Liechtensteinstraße im IX. Bezirke im Kostenbetrage von 5375 fl. 79 kr. und 500 fl. Pauschale. Am 11. September, 10 Uhr, beim Magistrat Wien. Vadium 50%.

5. Erd- und Baumeisterarbeiten für den Neubau eines Haupt-Unrathscanals in der Sturz- und Meiselgasse im XIV. Bezirke im veranschlagten Kostenbetrage von 5150 fl. 90 kr. und 850 fl. Pauschale. Am 13. September, 10 Uhr, beim Magistrat Wien. Vadium 50%.

6. Erd- und Baumeisterarbeiten für den Neubau eines Wasserlaufcanals aus Beton in der verlängerten Bürgerspitalgasse im VI. Bezirke im Kostenbetrage von 1058 fl. 14 kr. und 150 fl. Pauschale. Am 14. September, 10 Uhr, beim Magistrat Wien. Vadium 50%.

7. Vergebung von diversen Arbeiten und Lieferungen zum Bau einer Zuckerfabrik in Przeworsk. Am 15. September bei der Zuckerfabrik in Przeworsk (Galizien). Nähere Bedingungen und Pläne dortselbst.

8. Erd- und Baumeisterarbeiten im Kostenbetrage von 23.304 fl. 74 kr. und 4500 fl. Pauschale, dann Lieferung von Thonwaaren im Kostenbetrage von 1680 fl. 34 kr. für den Umbau des Haupt-Unrathscanals in der Meidlinger Hauptstraße von der Laudongasse bis Nr. 79 und für den Neubau eines Haupt-Unrathscanals in der Meidlinger Hauptstraße und Breitenfurterstraße, dann der mit 2903 fl. 31 kr. und 700 fl. Pauschale veranschlagten Erd- und Baumeisterarbeiten und der mit 75 fl. 60 kr. veranschlagten Lieferung der Thonwaaren für den Neubau eines Haupt-Unrathscanals in der Draschegasse im XII. Bezirke. Am 15. September, 10 Uhr, beim Magistrat Wien. Vadium 50%.

9. Bau eines Dammes an der Prahova-Brücke auf der Chaussée Ziganeshti—Ploesci im Kostenbetrage von 71.900 Francs. Am 17. September bei der Präfectur in Prahova.

10. Vergebung diverser Arbeiten und Lieferungen zur Ausführung der vierten Erweiterung des Wiener Centralfriedhofes, und zwar: der Erdarbeiten im veranschlagten Kostenbetrage von 108.610 fl.; der Baumeisterarbeiten von 22.048 fl. 50 kr.; der Lieferung der hydraulischen Bindemittel, und zwar ca. 150.000 kg Cementkalk bester Qualität und ca. 6000 kg inländischen Portland-Cement bester Qualität; der Steinmetzarbeiten von 1892 fl. 62 kr., der Lieferung von Steinzeugröhren von 1640 fl.; der Lieferung von ca. 15.000 kg gußeiserner Wasserlauf- und Schachtgitter; endlich der Zimmermannsarbeiten von 4654 fl. Am 20. September, 10 Uhr, beim Magistrat Wien.

11. Brückenbauten auf der Chaussée N.-Valcea—Calimaneshti im Kostenbetrage von 26.094.90 Francs. Am 25. September bei der Präfectur Covurlui.

12. Bau einer Oberrealschule, einer Communal-Bürgerschule und einer Turnhalle im Kostenbetrage von 505.919 Kronen 34 Heller. Am 4. October, 10 Uhr, beim städtischen Wirthschaftsrath Johann Papp in Großwardein. Vadium 25.000 Kronen.

Elektrische Bahn Chicago—St. Louis. Voraussichtlich schon im November l. J. wird die erste Theilstrecke einer elektrischen Bahn, welche Chicago mit St. Louis verbinden soll, dem Betrieb übergeben werden. Die Gesellschaft, welche den Bau ausführt, hat das Recht erworben, die Hauptlinie mit wichtigen, zu beiden Seiten liegenden Ortschaften durch Nebenlinien zu verbinden und die an der Strecke liegenden Städte auch mit Electricität für Beleuchtungs- und industrielle Zwecke zu versorgen. Der Betrieb erfolgt von vier Maschinenhäusern aus, welche in unmittelbarer Nähe von Kohlenminen, die derselben Gesellschaft gehören, errichtet werden. Die Fahrgeschwindigkeit soll mit 160 km in der Stunde bemessen sein, so daß man die Entfernung der beiden Endstationen in drei Stunden zurücklegen kann, während bisher hiezu ein ganzer Tag erforderlich war. Die Wagen sind sehr niedrig gebaut und so eingerichtet, daß ihr Schwerpunkt möglichst nahe an der Geleisebene liegt. Die Vorderwand ist keilförmig gestaltet, um den Luftwiderstand leichter zu überwinden. Der ganze Bau der Eisenbahn wird so ausgeführt, daß der Betrieb nöthigenfalls auch mit gewöhnlichen Dampf-locomotiven erfolgen kann. Das Anlagecapital der Eisenbahn-Unternehmung beträgt 10 Mill. Dollars. („Die Straßenb.“)

INHALT. Das Lurloch im Streiflichte der Technik. Von Wilhelm Putick, k. k. Forstinspections-Commissär in Laibach. — Das älteste Aufgabenheft. Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 14. April 1894 von Prof. Dr. L. Gegenbauer. — Vermischtes.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul K o r t z, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. S p i e s & Co. in Wien.

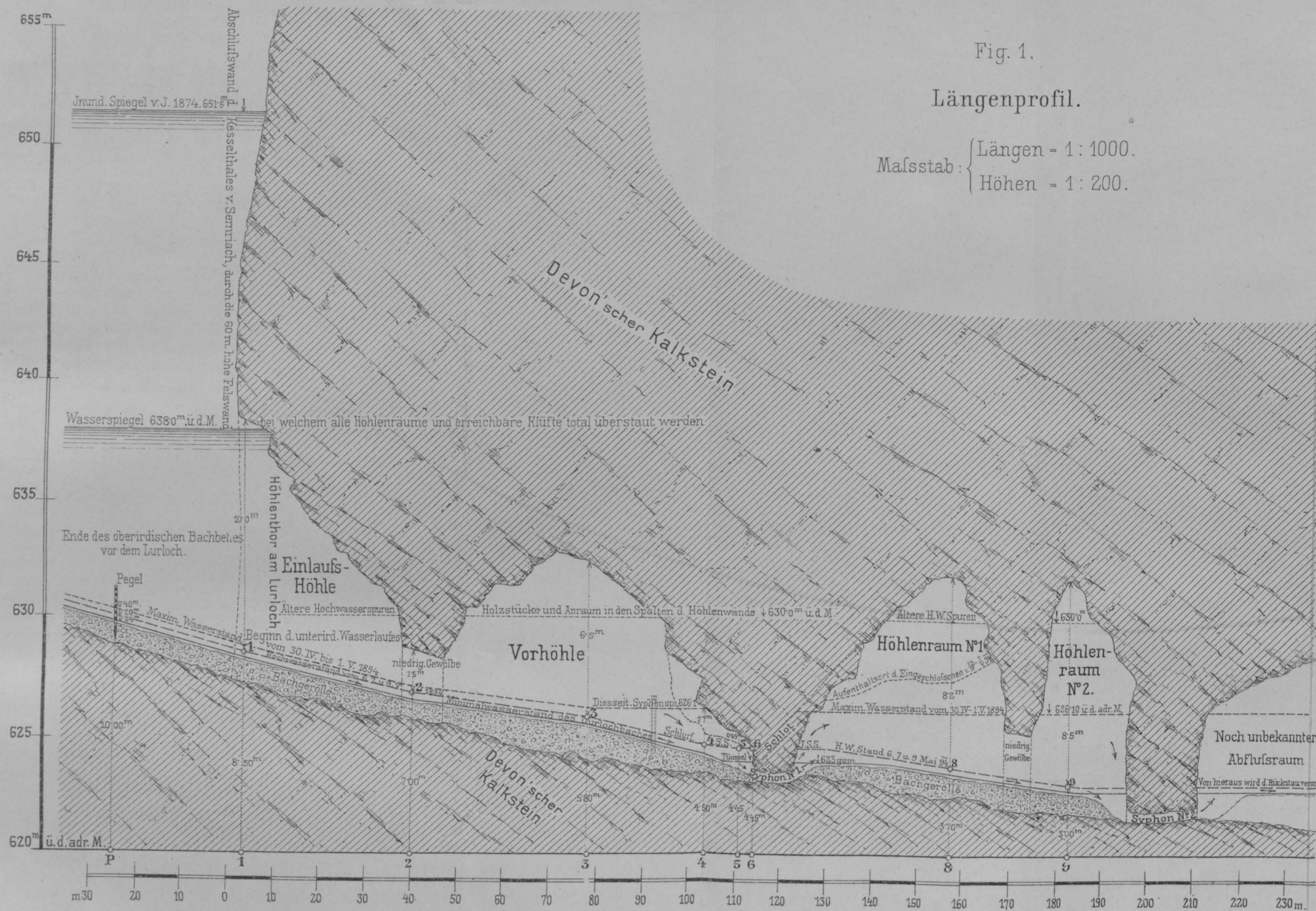


Fig. 5. Querprofil 7. 1:300.

I, II, III, IV, - Richtungen, die von den einzelnen Lokalkundigen zum Schlot führend bezeichnet wurden

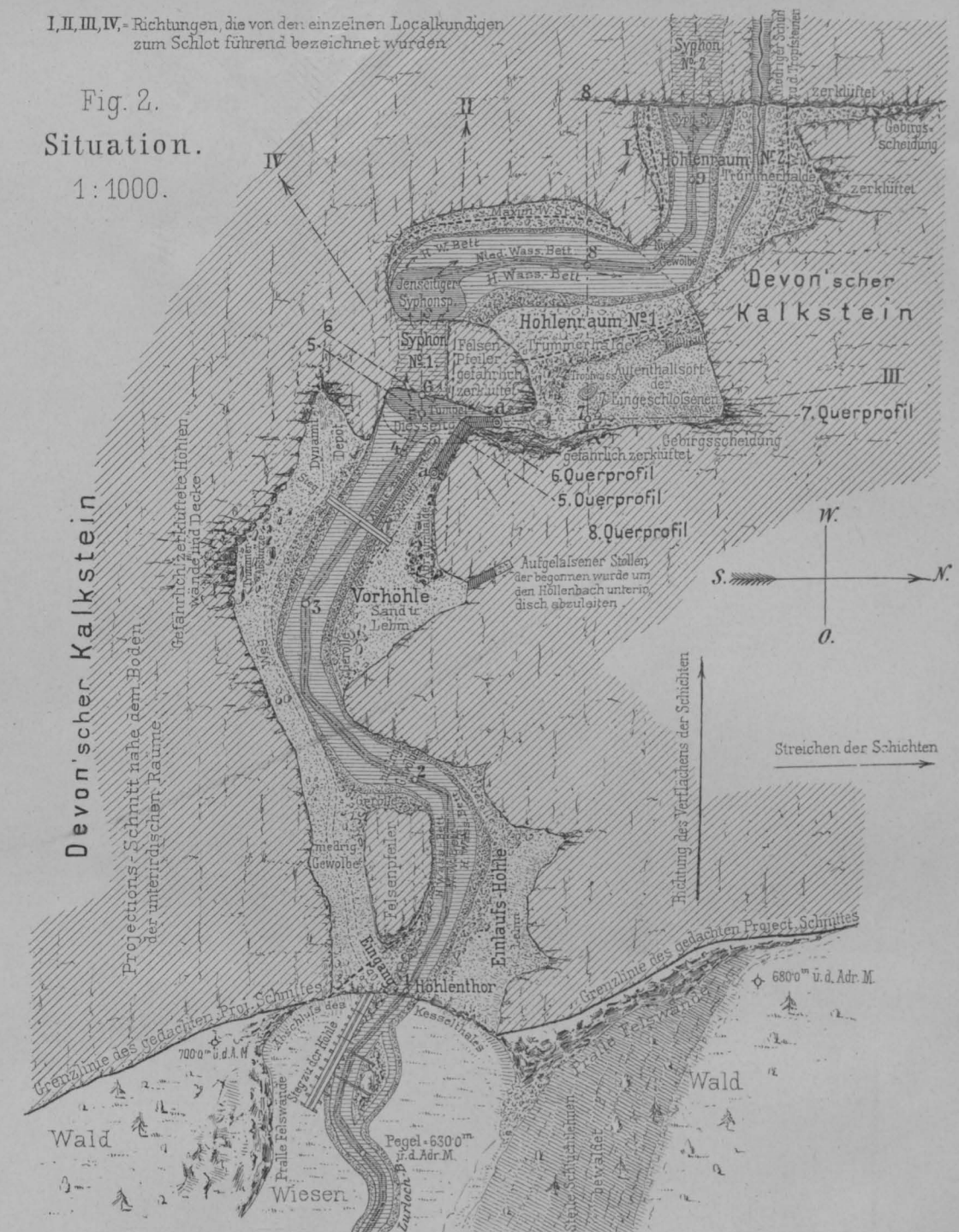
Fig. 2.
Situation.
1:1000.

Fig. 3. Querprofil 5. 1:300.

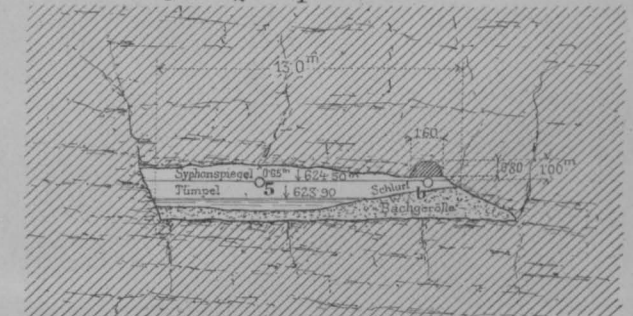
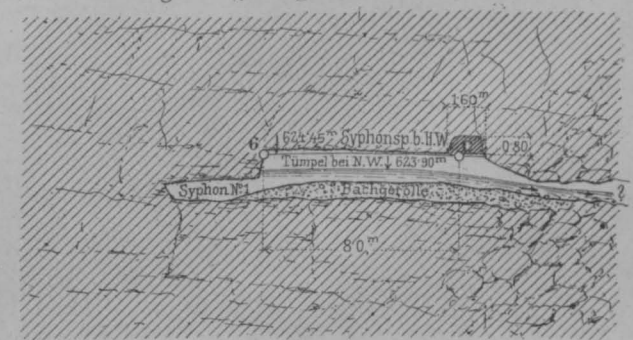


Fig. 4. Querprofil 6. 1:300.



ZEITSCHRIFT DES OESTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLVI. Jahrgang.

Wien, Freitag den 14. September 1894.

Nr. 37.

Die Londoner Untergrundbahnen und die New-Yorker Hochbahn.

Von Ober-Ingenieur Hugo Koestler.

Die Verkehrsmittel in New-York genügen bekanntlich schon seit Jahren dem rapid zunehmenden Verkehrsbedürfnisse nicht mehr und sind daher zu gewissen Tageszeiten sowohl die Züge der Hochbahn als auch die Straßenbahnwagen in einer Weise überfüllt, welche lebhaft an die bekannten Zustände auf der Wiener Pferdebahn erinnert. Zur Beurtheilung der Verhältnisse dürfte es genügen, wenn ich anführe, daß im Jahre 1893 die Anzahl der von den genannten Verkehrsmitteln beförderten Personen 463.9 Millionen betrug, daß somit jeder von den 1.6 Millionen Einwohnern der Stadt nicht weniger als 298 Fahrten pro Jahr, also ungefähr doppelt so viel als jeder der Bewohner Londons, ausführte; dabei beträgt die Geleiselänge der in New-York bestehenden Straßenbahnen 396.9 km, die Betriebslänge der Hochbahnen 57.8 km. Da eine Vermehrung der Straßenbahnlinien kaum mehr zulässig ist, weil dieselben bereits in allen für den Verkehr wichtigen Straßen bestehen, und auch die Anlage von weiteren Hochbahnen mit Schwierigkeiten verbunden wäre, hat man zunächst die Umwandlung der wichtigeren Pferdebahnen in motorische durchgeführt und weiters den Versuch gemacht, auf jenen Hochbahnlinien, wo die Verhältnisse dies gestatteten, zwischen die bestehenden zwei Geleise ein drittes zu legen, welches lediglich für die Abwicklung des größeren Fahrgeschwindigkeiten erfordernden Schnellverkehrs zwischen den Wohn- und den Geschäftsvierteln bestimmt ist. Aber alle diese Maßregeln genügen für den unglaublich rasch zunehmenden Verkehr nicht und macht sich in Folge der heute schon auf 20 km im Mittel angewachsenen Entfernung der Wohnviertel von der City Hall besonders der Mangel an solchen Verkehrsmitteln fühlbar, welche geeignet wären, diese Entfernung in längstens 30 Minuten, also mit einer Fahrgeschwindigkeit von mindestens 40 km pro Stunde, zurückzulegen.

Der zum Studium dieser Frage bestehenden Commission wurden zunächst verschiedene Projecte für neue Hochbahnen längs den Ufern der Flüsse, über den Häuserblöcken, für Straßenbahnen mit Bicycle-Locomotiven, für Bahnen über den Gehsteigen und endlich für Untergrundbahnen vorgelegt. Die reifliche Ueberlegung führte zur Ueberzeugung, daß eine gründliche Verbesserung des Verkehrswesens nur durch Ausführung von Untergrundbahnen erfolgen könne; seit einem Decennium taucht nun in New-York jedes Jahr mindestens ein Project für solche Bahnen auf, welches die Discussion neuerdings anregt, um nach einiger Zeit wieder vergessen zu werden; diese Projecte bezogen sich nicht nur auf die Herstellung von neuen Linien in New-York selbst, es wurden häufig auch Tunnels unter dem East- und Hudson-River in Aussicht genommen, um die Schwwesterstädte Brooklyn und Jersey in eine directe Verbindung mit New-York zu bringen. Ursprünglich beschränkten sich viele Projecte auf zweigeleisige Unterpflasterbahnen; in der jüngsten Zeit aber hat man schon Bahnen mit zwei Etagen und vier oder gar sechs Geleisen projectirt, um sowohl dem Weitverkehr als auch dem Localverkehr gerecht werden zu können. Eines der interessantesten dieser Projecte war das J. W. R. e n o s', welcher eine viergeleisige elektrische Bahn mit zwei Etagen unter dem Broadway vorschlug, mit eisernen Seitenwänden und Decken; die zwei oberen Geleise waren für den Localverkehr, die beiden unteren für den Schnellverkehr bestimmt, die Kosten für die ganze Anlage mit 3,750.000 fl. pro Meile veranschlagt. Derartige Projecte tauchten seither noch mehrere auf und war für die meisten dieser Bahnen von vorn-

herein der elektrische Betrieb, und zwar entweder mit Motorwagen oder mit Locomotiven in Aussicht genommen. Zweifelsohne würde sich eine ausreichende Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in New-York durch die Ausführung dieser Linien erzielen lassen, weshalb eine endgiltige Entscheidung dieser Angelegenheit von der öffentlichen Meinung immer dringender gefordert wird. Aber es ist eine eigenthümliche Erscheinung, daß die sonst so unternehmungslustigen Amerikaner diesen Projecten gegenüber sich sehr zugeknöpft verhalten, daher die für die Lösung des Schnellverkehrs eingesetzte Commission trotz aller Bemühungen bisher keine Unternehmer für diese Untergrundbahnen finden konnte, bis in jüngster Zeit sogar der Gedanke aufgetaucht ist, daß die Stadtverwaltung den Ausbau dieser Linien selbst in die Hand nehmen solle. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in den enormen Kosten, welche die Anlage dieser Untergrundbahnen voraussichtlich verursachen wird und in der Befürchtung, daß eine Verzinsung des hohen Anlagecapitals für die erste Zeit nicht erwartet werden kann. Abgesehen von dem meist felsigen Untergrund, auf dem New-York steht, sind bei Ausführung dieser Untergrundlinien bedeutende Schwierigkeiten durch die Verlegung der unzähligen Gas-, Dampf- und Wasserleitungsrohre, der Canäle und der Telegraphen, Licht- und Telephonkabel zu erwarten, von denen Jeder sich ungefähr einen Begriff machen konnte, der den Bau der Kabelbahnen in der dritten und zehnten Avenue und am Broadway zu sehen Gelegenheit hatte. Bei diesen Bauten sind die leitenden Ingenieure häufig rathlos dem Chaos von Rohrleitungen und Canälen gegenüber gestanden, das sich bei den Aufgrabungen zeigte, und wenn schließlich doch alle Schwierigkeiten besiegt wurden, so verursachten dieselben doch sehr bedeutende Auslagen, welche natürlich im erhöhten Maße auch bei einer Untergrundbahn mit ihrem großen Profil eintreten müssten. Eine Hauptursache aber, warum sich das Capital diesen Bahnen gegenüber so vorsichtig verhält, ist der ungünstige Vergleich zwischen den Betriebsergebnissen der New-Yorker Hochbahn und den Londoner Untergrundbahnen, ein Vergleich, der von den amerikanischen Zeitungen beinahe jedes Jahr nach Erscheinen der Rechenschaftsberichte durchgeführt wird und von Jahr zu Jahr ungünstiger für die Tiefbahnen ausfällt.

Die beiden Londoner Untergrundbahnen besitzen eine Betriebslänge von 141 km, von denen 112 km zweigeleisig und der Rest eingleisig ausgeführt sind; die New-Yorker Hochbahnen dagegen haben nur eine Betriebslänge von 57.8 km und sind zum Theil zweigeleisig, zum Theil dreigeleisig. Eine wesentliche Verschiedenheit zwischen den beiden Stadtbahnen besteht darin, daß die New-Yorker Hochbahnen ohne jede Verbindung mit den in's Land führenden Eisenbahnen stehen, während die Londoner Untergrundbahnen mit den vom Norden und Westen kommenden großen Bahnen verbunden sind und die Züge derselben ohne Unterbrechung über die Untergrundlinien laufen. Das ist ein ganz wesentlicher Vortheil für die beiden Gesellschaften, weil dieser Verkehr sehr bedeutend ist und daher eine wichtige Einnahmequelle bildet; außerdem gestattet die Verbindung mit den Haupt-eisenbahnen, daß die Untergrundbahnen auch für Zwecke der Provisionirung herangezogen werden können; thatsächlich verkehren täglich 58 Kohlen- und Güterzüge auf denselben, welche zur Erhöhung des Ertragnisses wesentlich beitragen.

Im Jahre 1892 wurden nun auf den Londoner Untergrundbahnen 115,266.000, auf den New-Yorker Hochbahnen dagegen

213,692.570 Passagiere befördert, und betragen die Einnahmen in London 114.062 fl. pro Kilometer, in New-York dagegen 468.750 fl. Das Anlagecapital für die Londoner Untergrundbahnen beträgt im Ganzen 285 Millionen Gulden oder 2,025.000 fl. pro Kilometer Betriebslänge, während das in den New-Yorker Hochbahnen investirte Capital sich mit 177.2 Millionen oder 3,065.156 fl. pro Kilometer bezieht. Es ist nun eine bekannte Thatsache, daß die Londoner Untergrundbahnen sich sehr mäßig verzinsen, während die New-Yorker Hochbahnen verhältnismäßig hohe Zinsen tragen. Man hat sehr häufig diese Erscheinung durch die enorm hohen Baukosten der Londoner Bahnen erklärt; die vorstehenden Ziffern beweisen aber, daß das Anlagecapital der New-Yorker Hochbahnen höher ist als jenes der Londoner Untergrundbahnen, und zwar sehr wesentlich, denn die Differenz beträgt 35%; untersucht man ferner die Betriebskosten, so ergibt sich, daß der Zugskilometer in London 1.10 fl., in New-York 1 fl. kostet, der Unterschied also kein grosser ist; es folgt daraus, daß die Ursache der geringen Verzinsung, welche in London durchschnittlich gerechnet 2.9%, in New-York aber 7% beträgt, lediglich in den Einnahmen liegt, welche pro Kilometer auf den Hochbahnen mehr als viermal so groß sind als auf den Untergrundbahnen. Diese geringe Verzinsung des Anlagecapitals schreckt die Amerikaner, die gewohnt sind, daß Capitalsanlagen für locale Verkehrsunternehmungen in größeren Städten sich sehr gut verzinsen, ab; ich will nicht auf so drastische Beispiele hinweisen, wie die Chicago-City-Railway, die im Vorjahre eine Dividende von 27% vertheilt hat, aber es gibt unter den gut geleiteten und verwalteten Straßenbahn-Unternehmungen sehr viele, welche 10% und auch mehr Dividenden bezahlen, und es ist daher selbstverständlich, daß sich für eine Capitalsanlage, der in dieser Richtung von vornherein ein zweifelhaftes Prognostikon gestellt werden muss, die Geldgeber nicht leicht finden.

Es dürfte nun von Interesse sein, den Gründen nachzuforschen, welche den günstigen Erfolg der New-Yorker Hochbahn und das geringe Erträgnis der Londoner Untergrundbahnen verursacht haben. Einer dieser Gründe dürfte in der durch die Stadtanlage bedingten, sehr differirenden Linienführung der beiden Bahnen zu suchen sein. New-York liegt auf einer schmalen Landzunge zwischen zwei großen Flüssen, weshalb die Hauptverkehrsadern selbstverständlich nach der Längenrichtung, also parallel zu den Wasserstraßen, angelegt wurden. Nachdem der alte Stadttheil, welcher auch das Centrum des Geschäftsverkehrs enthielt, an der untersten Spitze der Halbinsel, die Wohnviertel aber am entgegengesetzten Ende, nach welchem ja auch die Entwicklung der Stadt erfolgen muss, liegen, wurden die Hochbahnen ganz naturgemäß Radiallinien im vollsten Sinne des Wortes, da sie selbstverständlich durch diese Hauptverkehrsadern gelegt werden mussten; sie besitzen daher ein großes Aufnahmegebiet, dessen Vortheile sie mit keiner anderen Eisenbahn-Unternehmung zu theilen haben. In London verhält sich die Sache aber anders, weil die Untergrundbahnen nicht direct an den Hauptverkehrsadern liegen, sondern den Mittelpunkt der Stadt nur als Peripheriebahnen umfassen, während als Radiallinien in die Wohnviertel und Vororte die großen Eisenbahnen hineinführen, denen die Untergrundbahnen die Fahrgäste zuführen, mit denen sie sich also auch in die Einnahmen aus dem Verkehr theilen müssen. Dieser Unterschied in der Anlage hat, wie wir bald erkennen werden, noch andere Folgen; wir wollen zunächst die Leistungsfähigkeit der beiden Bahnen vergleichen, weil ja auch diese von großem Einflusse auf das Erträgnis ist.

Die Züge der New-Yorker-Hochbahn bestehen aus fünf Wagen, und zwar sind dies bekanntlich Intercommunicationswagen ohne Coupé-Eintheilung, mit den Eingängen an den Stirnseiten; die Wagen enthalten 48 Sitzplätze und in den breiten Gängen zwischen den Sitzen Raum für 52 stehende Fahrgäste, so daß jeder Wagen, ohne überfüllt zu sein, 100 Passagiere aufnehmen kann. Somit werden pro Zug 500 Personen befördert, während die neuen Coupéwagen der Untergrundbahnen Raum für 430 Sitzplätze und 210 Stehplätze enthalten, der Zug daher mit 640 Personen gerechnet werden kann. In New-York folgen

sich nun die Züge in den Stunden des starken Verkehrs in der sechsten Avenue z. B. in Intervallen von zwei Minuten, was also bei voller Ausnützung pro Stunde eine Leistungsfähigkeit von 15.000 Personen in einer Richtung gibt. In London dagegen beträgt das Minimal-Intervall drei Minuten, es werden also pro Stunde 12.800 Menschen befördert; dabei muss aber bemerkt werden, daß die Fahrt in einem voll ausgenützten Zuge der Untergrundbahn nichts weniger als angenehm ist, weil die Coupés eigentlich nicht so eingerichtet sind, daß Fahrgäste zwischen den Sitzen bequem stehen können, und daher sowohl die sitzenden als stehenden Passagiere sich in einer höchst unangenehmen Situation befinden, besonders wenn die Luft in den Tunnels, wie dies häufig vorkommt, eine schlechte ist. In der 2., 3. und 4. Avenue in New-York folgen sich die Züge in den Geschäftsstunden sogar in Intervallen von 1½ Minuten, woraus sich pro Stunde und voller Ausnützung der Wagen eine Leistungsfähigkeit von 20.000 Personen ergibt. Daß bei außergewöhnlichen Gelegenheiten solche Leistungen nahezu erreicht werden, zeigt der Verkehr am 12. October 1892, an welchem Tage 1,075.537 Menschen in 18 Stunden, somit auf den vier Linien pro Stunde 59.752 Fahrgäste befördert wurden. Diese kurzen Intervalle gelten natürlich nur für den reinen Localverkehr, also für geringe, höchstens vier bis fünf englische Meilen betragende Entfernungen. Für größere Entfernungen, wie z. B. vom Geschäftsviertel zur 135. bis 150. Straße (10 Meilen) in New-York betragen die Intervalle drei Minuten; in London sind diese Intervalle weit größer und findet man z. B. in Mansion House nach Richmond (10¾ Meilen) nur jede halbe Stunde einen Zug, ebenso nach Edling und Wimbledon. Abgesehen davon, daß also die Züge auf der New-Yorker Hochbahn sich überhaupt in kleinen Intervallen folgen, ist auch die Fahrordnung für die Verbindung mit den Vororten eine bedeutend günstigere und erklärt sich daraus die bedeutend größere Leistung der New-Yorker Hochbahnen.

Sehr wichtig für eine solche für den Stadtverkehr bestimmte Bahn ist die Entfernung der Haltepunkte; da finden wir auf der 6. Avenue-Linie in New-York in der Strecke vom südlichsten Punkt derselben bis zur 50. Straße auf einer Länge von 6.8 km nicht weniger als 16 Stationen, was einer mittleren Entfernung derselben von 425 m entspricht, und wenn man diese Linie bis zu ihrem Endpunkte in der 155. Straße in Betracht zieht, auf einer Strecke von 17.2 km 28 Stationen, also eine mittlere Entfernung von 614 m. In der wichtigsten Strecke der Londoner Untergrundbahn von Aldgate bis Kensington finden sich auf einer Länge von 9.76 km 12 Stationen, also eine mittlere Entfernung von 813 m; in der Richtung nach Edling beträgt die Durchschnitts-Entfernung 960 m, in der Richtung nach Richmond sogar 1.2 km. Die Stations-Entfernungen sind also in London bedeutend größer als in New-York, und es ist klar, daß dieser Umstand auf die Größe des Verkehrsgebietes, resp. des Aufnahmegebietes dieser Stadtbahnen von allergrößtem Einflusse sein muss.

Wenn wir nun die Fahrgeschwindigkeiten der Züge untersuchen, so finden wir, um dieselben Strecken in den Vergleich zu ziehen, von der Rector-Straße in New-York zur 50. Straße, also 6.8 km, eine Fahrzeit von 22 Minuten, einschließlich 11 Aufhalten, daher durchschnittlich 18.5 km pro Stunde; von der Rector-Straße zur 155. Straße, also 17.2 km, beträgt die Fahrzeit inclusive 25 Aufhalten 48 Minuten, die Durchschnitts-Geschwindigkeit daher 21.5 km. Von Mansion House nach Kensington in London, Entfernung 6.5 km, beträgt die Fahrgeschwindigkeit bei 9 Aufhalten 17.3 km, von Mansion House nach Richmond (17.2 km) wird bei 15 Aufhalten mit 20.6 km Geschwindigkeit pro Stunde gefahren. Daraus folgt, daß die Durchschnitts-Fahrgeschwindigkeit der Untergrundbahnzüge trotz der geringeren Anzahl von Stationen eine etwas geringere ist, als jene der Hochbahnzüge in New-York. Thatsächlich ist aber die absolute Fahrgeschwindigkeit der Untergrundbahnzüge nicht geringer; die Durchschnitts-Fahrzeiten werden aber durch die Aufenthalte in den Stationen ungünstig beeinflusst, welche in London länger sind als in New-York.

Es besteht allgemein die Ansicht, daß die Coupéwagen mit den Seitenthüren für den Massenverkehr geeigneter sind als die Intercommunicationswagen mit nur einer Thür an jeder Stirnseite, weil das Ein- und Aussteigen der Passagiere bei den ersteren bedeutend rascher vor sich gehen soll. Ich habe mich vom Gegentheil überzeugt, denn thatsächlich dauern die Aufenthalte in den Haltepunkten der New-Yorker Hochbahn nie länger als 15 Secunden, während die Züge der Untergrundbahn in jeder Station mindestens 30 Secunden anhalten. Die breiten Schubthüren und Gänge an den Stirnseiten der Hochbahnwagen gestatten, daß zwei Fahrgäste bequem nebeneinander den Wagen verlassen oder besteigen können, was natürlich beim Coupéwagen niemals der Fall sein kann. Dieser Vortheil wird allerdings aufgewogen durch die größere Anzahl der Thüren, die bei den Coupéwagen zur Verfügung stehen; dagegen wirkt aber der Umstand, daß die Untergrundzüge drei Classen führen, sehr verzögernd, weil es ja trotz allen gewiss gut gemeinten Einrichtungen nicht möglich ist, daß die Wagen immer genau unter jene Tafeln zu stehen kommen, welche den Passagieren die von ihnen bezahlte Wagenklasse anzeigen, und es daher häufig vorkommt, daß der passende Wagen erst aufgesucht werden muss, wodurch Zeit verloren geht. Weiters gestatten die großen Fenster der Hochbahnwagen dem auf dem Perron wartenden Passagier sich schon bei der Einfahrt des Zuges einen Platz auszuwählen, was in London wegen der kleinen Fenster schwer möglich ist, obwohl die Höhe des Perrons nur um 15 cm differirt; die Passagiere der Untergrundbahnen verlieren daher auch mit dem Aufsuchen von freien Plätzen Zeit, es ist somit eine Abkürzung des Zugsaufenthaltes auf das in New-York übliche Maß nicht möglich. Wenn man eine Anzahl von Zügen auf einer Hochbahnstation passiren lässt, so kann man sich leicht überzeugen, daß die Abwicklung des Massenverkehrs in einer geradezu bewunderungswürdigen präzisen und exacten Weise erfolgt, welche eine Steigerung kaum mehr erfahren könnte, und sowohl dem organisatorischen Talente der leitenden Fachmänner als auch der Erziehung des Publicums alle Ehre macht. Wenn man aber bedenkt, daß in den 25 Aufhalten der Strecke Rector-Street zur 155. Straße und bei einer Fahrzeit von 48 Minuten schon $6\frac{1}{4}$ Minuten dadurch erspart werden, daß die Aufenthalte nur 15 statt 30 Secunden dauern, so ergibt sich daraus, wie wichtig es bei solchen Einleitungen für den Massenverkehr bestimmten Bahnen ist, alle Einrichtungen so zu treffen, daß die Aufenthalte in den Haltepunkten thunlichst abgekürzt werden, umsomehr, wenn weiter in Betracht gezogen wird, daß der Zeitgewinn bei einer Zugsgarnitur, die in dieser Strecke in Verwendung steht, während des 18stündigen Betriebes schon zwei Stunden beträgt und daher volle zwei Fahrten mehr pro Tag mit derselben gemacht werden können.

Bei Anwendung von schweren und leistungsfähigeren Maschinen wird es gewiss möglich sein, auf den Londoner Untergrundbahnen größere Fahrgeschwindigkeiten zu erreichen, es ist aber fraglich, ob die Rücksichten auf die Verkehrssicherheit, trotz der bestehenden Sicherungs-Anlagen, eine bedeutende Erhöhung der Geschwindigkeiten auf diesen Tunnelbahnen gestatten würden, Rücksichten, die auf den New-Yorker Hochbahnen großentheils entfallen, auf welchen die Fernsicht nicht gehemmt ist, weshalb thatsächlich heute erst auf einem Theile des Netzes die Blockirung besteht, ohne daß bisher Unfälle vorgekommen wären.

Wenn wir nun auf die Besprechung der Fahrpreise übergehen, so fällt sofort ein wichtiger principieller Unterschied zwischen den beiden Stadtbahn-Linien auf: Während nämlich auf den New-Yorker Hochbahnen nur ein Fahrpreis (5 Cents = 12.5 kr.) besteht, der zur einmaligen Benützung der Bahn ohne irgend eine Beschränkung in der Länge der Fahrt berechtigt, ist in London ein ziemlich complicirter und mit Rücksicht auf den Wettbewerb mit Omnibussen und Straßenbahnen häufigen Aenderungen unterliegender Fahrpreis eingeführt, der schon deshalb, weil er eben nicht einfach und gleichmäßig ist, als unvortheilhaft bezeichnet werden muss. Besonders für den Fremden ist dieser Tarif sehr schwer verständlich und auch schwer im Ge-

dächtnis zu behalten; es bestehen z. B. von der Station High Street folgende Tarife:

Nach Kensington 1.6 km: III. Classe 5 kr., II. Classe 10 kr., I. Classe 15 kr.

Nach St. James 4.6 km: III. Classe 15 kr., II. Classe 23 kr., I. Classe 35 kr.

Nach Bishopsgate 6 km: III. Classe 20 kr., II. Classe 30 kr., I. Classe 40 kr.

Nach Kings Cross. 6.9 km: III. Classe 17 kr., II. Classe 25 kr., I. Classe 35 kr.

Von einer anderen Station sind die Fahrpreise wieder in verschiedener Weise entwickelt, man muss daher als Fremder vor jeder Fahrt die Preistabellen genau studiren, um den Fahrpreis bereit halten zu können. Die angeführten Beispiele dürften wohl genügen, um zu zeigen, daß die Tarife nicht auf Grundlage der Entfernungen berechnet sind und überhaupt eine einheitliche Ausbildung derselben fehlt, was gewiss nicht als eine Erleichterung des Verkehrs bezeichnet werden kann. Ueberdies ist der Fahrpreis in London auch ein höherer, wie sich aus der nachfolgenden Tabelle ergibt, in welcher das Verhältnis der Fahrpreise pro Meile für dieselben Entfernungen auf der New-Yorker Hochbahn und den Londoner Untergrundbahnen zusammengestellt ist:

Entfernung in englischen Meilen	Fahrpreise in Kreuzern			
	London			New - York
	I.	II.	III.	eine Classe
	C l a s s e			
1 31	13 3	9 5	5 8	9 5
2 66	11 3	7 6	5 6	4 7
4 46	7 9	5 1	3 9	2 8
7 80	7 7	5 8	3 9	1 6
10 7	8 4	6 1	4 7	1 2
11 2	7 6	5 8	4 5	1 1

Man sieht sofort, daß nur für ganz kurze Entfernungen von 1.3 Meilen = 2 km der Fahrpreis in New-York höher ist, als jener der III. Classe in London; bei 3.5 km stellen sich die Preise ziemlich gleich, bei den größeren Entfernungen fährt man aber in New-York sehr bedeutend billiger als in London. Für die II. und I. Classe sind auch für kleine Entfernungen die Fahrpreise natürlich höher gestellt, als der entsprechende Fahrpreis in New-York; während aber naturgemäß die Ausgaben pro Kilometer in New-York in demselben Verhältnis wie die Entfernung fällt, und somit z. B. bei 18 km nur mehr 0.7 kr. beträgt, muss man in London bei derselben Entfernung in der III. Classe noch 2.8 kr., in der II. Classe 3.6, in der I. Classe 4.8 kr. bezahlen. Für Tour- und Retourkarten tritt allerdings eine 20%ige Ermäßigung ein; aber selbst diese in Rechnung gezogen, sind die Fahrpreise in London bedeutend höher als in New-York. Es ergibt sich weiters aus den vorstehenden Ziffern, wie praktisch der Einheitspreis von fünf Cents gewählt ist, welcher den New-Yorker Hochbahnen für die kurzen Fahrten, die naturgemäß die häufigsten sind, einen hohen Einheitssatz sichert, während derselbe für die langen Fahrten, also hauptsächlich jene in die Wohnviertel sehr niedrig ist; ich glaube, daß in dieser Einführung einer der Hauptgründe für das günstige finanzielle Ergebnis der New-Yorker Hochbahnen zu suchen ist.

Es muss noch weiter berücksichtigt werden, daß der Comfort, den die Wagen dem Publicum bieten, entschieden in New-York ein größerer ist, als in London. Die Wagen I. Classe auf den Untergrundbahnen sind allerdings bequemer eingerichtet als die Hochbahnwagen; aber von den gesammten Passagieren der Untergrundbahnen benutzen nur 5% diese Wagenklasse, also ein verschwindend kleiner Theil, welche Erscheinung übrigens

auch wieder beweist, wie überflüssig die Führung von I. Classen in solchen Localzügen ist. Schon die Wagen der II. Classe können sich, was Bequemlichkeit und Ausstattung anbelangt, nicht mehr mit den Wagen der Hochbahnen messen, von der III. Classe gar nicht zu sprechen, deren Ausstattung dem in dieser Beziehung sehr verwöhnten Amerikaner entschieden nicht zuzagen würde. Der Hauptnachtheil, den die Wagen der II. und III. Classe aufweisen, ist aber der, daß in einem verhältnismäßig kleinen Raum, wie er eben durch die nur 1·5 m breiten Coupé-Abtheilungen entsteht, zehn Menschen Platz finden müssen, trotz der bekanntlich sogar unter normalen Verhältnissen recht schlechten Luft in den Tunnels und trotzdem gerade die Ueberfüllung bei diesen Wagenklassen naturgemäß am häufigsten vorkommt, durch welche dann allerdings ganz unerträgliche Zustände geschaffen werden. Ueberdies sind die Wagen der Untergrundbahnen sehr schlecht beleuchtet, im Gegensatz zu jenen der New-Yorker Hochbahn, welche, trotzdem die Beleuchtung derselben keine so wichtige Rolle spielt, glänzend durch große Armcluster mit Oelgas beleuchtet sind. Die vollständig berechtigten Klagen des Londoner Publicums haben die Gesellschaften in der jüngsten Zeit bewogen, kleine Glühlampen einzuführen, welche durch Sammlerzellen gespeist werden und eine halbe Stunde Licht liefern, doch muss der Fahrgast einen Penny separat für dieses Licht bezahlen, es wird also der Fahrpreis durch diese Einführung wesentlich erhöht. Fasst man die vorstehenden Auseinandersetzungen zusammen, so ergibt sich, daß bezüglich der Leistungsfähigkeit unter normalen Verhältnissen und den Fahrgeschwindigkeiten ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Londoner und dem New-Yorker Stadtbahnnetz besteht; dagegen sind die Londoner Untergrundbahnen in einigen für die Entwicklung des Verkehrs und die Hebung der Einnahmen gerade sehr wichtigen Punkten im entschiedenen Nachtheile gegenüber den New-Yorker Hochbahnen.

Deshalb sind die Londoner Stadtbahnen auch gezwungen, bisher einen erbitterten Kampf mit einem altherwürdigen, aber vorzüglich ausgebildeten Verkehrsmittel, dem Omnibus, kämpfen zu müssen, der gegenüber den Bahnen einen ungeheuren Vortheil besitzt, weil er den Linien des dichtesten Verkehrs zu folgen im Stande ist, und die City nach allen Richtungen durchquert und weil weiters seine Fahrgäste nicht auf Licht und Luft verzichten müssen, sondern im Gegentheile von den wegen des milden Klimas auch im Winter benützbaren Dachsitzen aus sich durch Betrachtung des einzigen und jedem Beobachter unvergesslich bleibenden Verkehrsbildes in den Straßen der City die Langweile einer längeren Fahrt verkürzen können. Dazu kommt noch der billige Fahrpreis, der für Entfernungen von 5—10 km meist nur 1 Penny = 5 kr. beträgt und der weitere Vortheil, den Wagen jeden Augenblick verlassen und besteigen zu können; es darf also nicht Wunder nehmen, daß die Bewohner Londons den Omnibus in vielen Fällen lieber benutzen als die Züge der Untergrundbahn, selbst dann, wenn dadurch ein Zeitverlust eintritt. Interessant ist das Verhältnis, in welchem die von den Omnibussen und Pferdebahnen beförderte Passagieranzahl zu der Anzahl der Reisenden auf den Untergrundbahnen steht; im Jahre 1892 haben die letzteren eine Anzahl von 115·3 Millionen Passagieren ausgewiesen, während Omnibusse und Straßenbahnen zusammen über 300 Millionen Menschen befördert haben. Am 4. Mai 1891 wurde eine amtliche Zählung aller innerhalb 24 Stunden zu Fuß und mit allen anderen zur

Verfügung stehenden Gelegenheiten von den übrigen Theilen Londons in die City kommenden Personen veranlasst und constatirt, daß die Zahl derselben nicht weniger als 1,186.094 betrug. Die Zahl der Cabs war 18.000, der Omnibusse 10.389, der übrigen Wagen 68.983. Von dieser ungeheuren Menschenzahl haben die Untergrundbahnen 78.000 Reisende, also nur 6·5% der City zugeführt, die übrigen Bahnen 188.400, die Omnibusse schätzungsweise 250.000, der größte Theil aber kam zu Fuß.

Diese Ziffern zeigen, daß die Untergrundbahnen nicht jene Rolle im Verkehrsleben Londons spielen, für die sie eigentlich berufen wären, und nach der bisherigen Entwicklung könnte man sogar zu dem Schlusse gelangen, daß denselben niemals eine glänzende Zukunft bevorstehen wird, wenn nicht eine gründliche Aenderung des Verkehrs durch einen Ausbau, resp. eine Umgestaltung des Netzes und des Fahrprogrammes durchgeführt wird. Als Beweis für diese Behauptung sei erwähnt, daß der Verkehr auf der Metropolitanbahn von 1880, wo die Zahl der Reisenden 63·7 Millionen betrug, auf 81·3 Millionen im Jahre 1892, der Verkehr auf der Districtbahn von 32·8 Millionen im Jahre 1880 auf 34 Millionen im Jahre 1892 gestiegen ist, die beiden Bahnen daher in diesem Zeitraume einen Verkehrszuwachs von 27·4% aufzuweisen haben; dagegen betrug der Verkehrszuwachs auf der New-Yorker Hochbahn in der gleichen Periode 251·5%, weil im Jahre 1880 nur 60·8 Millionen, im Jahre 1892 aber schon 213·7 Millionen Reisende befördert wurden. Das Bedürfnis nach Verkehrsmitteln aber ist in London gewiss ebenso groß als in New-York, es kann also nicht behauptet werden, daß die Bevölkerung Londons die Untergrundbahnen nicht benützt, weil keine Nothwendigkeit dafür vorhanden ist. Es beweisen im Gegentheile die Klagen über die Unzulänglichkeit der Verkehrsmittel, welche in London vielleicht noch häufiger und berechtigter sind, als in New-York, daß die gegenwärtig vorhandenen nicht mehr genügen, und kann daher wohl der Schluss gezogen werden, daß auch die Untergrundbahnen bei günstiger Anlage und zweckmäßigerem Betriebe besser ausgenützt, und dann auch günstigere Ergebnisse liefern würden.

Die Unzulässigkeit, die gegenwärtig schon in einem unglaublichen Grade überlasteten Straßen der City von London noch mit weiterem Straßenfahrwerke zu belasten, hat zur Projectirung von elektrischen Untergrundbahnen geführt, von denen ein Theil vom Parlamente schon genehmigt, eine Linie aber, und zwar jene, welche durch das Herz der Stadt führt, sogar schon im Baue begriffen ist. So ist man in den beiden Weltstädten zur selben Zeit und aus demselben Grunde auf den gleichen Gedanken gekommen, durch dessen Ausführung dem unaufhaltsam wachsenden Bewegungsbedürfnisse der Bevölkerung genügt werden soll. Es bietet sich aber dem Beobachter die merkwürdige Erscheinung dar, daß man in der conservativen Hauptstadt Englands rasch den Entschluss gefasst hat, dem bestehenden Mangel an Verkehrsmitteln durch Ausführung von neuen Untergrundbahnen abzuhefen, trotzdem die Erfolge der schon vorhandenen keine sehr aufmunternden sind, während man in der jüngeren, sonst so rasch vorwärtsstrebenden amerikanischen Stadt mit ihrer unternehmungslustigen Bevölkerung zagend und zweifelnd den vorgeschlagenen Projecten gegenüber steht, trotzdem das Bedürfnis täglich dringender und unaufschiebbarer auftritt, und in der allerjüngsten Zeit sogar wieder der Gedanke aufgetaucht ist, neue Hochbahnlinien längs der beiden Flüsse zu führen, die lediglich dem Schnellverkehre dienen sollen.

Das älteste Aufgabenheft.

Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 14. April 1894 von Prof. Dr. L. Gegenbauer.

(Fortsetzung zu Nr. 36.)

Es mag nun zunächst die ägyptische Zerlegungstabelle unter Hinweglassung der Proben angegeben werden, damit sich die Herren ein Urtheil darüber zu bilden vermögen, ob sich der Verfasser derselben oder, richtiger ausgedrückt, deren Compileren bei der Auswahl der bekannten Zerlegungen von

den eben angeführten Erwägungen leiten ließen. Daß es sich hier nicht um eine durch eine einzelne Person vorgenommene methodische Entwicklung, sondern nur um eine Zusammenstellung älterer und neuerer Erfahrungsergebnisse handelt, steht mir außer Zweifel; denn diese Tabelle ist gewiss schon zur

Zeit des Ahmes ein uraltes Erbstück gewesen, welches allmählig in der Weise entstand, daß ein oder mehrere Zerlegungen bald dieses, bald jenes Bruches gefunden und die so gewonnenen Darstellungen unter Beiseitelassung derjenigen, welche dem Sammler im Hinblick auf ein bestimmtes specielles Beispiel unpraktisch erschienen, aufbewahrt und schließlich zu einem Ganzen vereinigt wurden.

Die Tabelle des Ahmes lautet:

$\frac{2}{3} = \frac{2}{3}$	$\frac{2}{51} = \frac{1}{34} + \frac{1}{102}$
$\frac{2}{5} = \frac{1}{3} + \frac{1}{15}$	$\frac{2}{53} = \frac{1}{30} + \frac{1}{318} + \frac{1}{795}$
$\frac{2}{7} = \frac{1}{4} + \frac{1}{28}$	$\frac{2}{57} = \frac{1}{30} + \frac{1}{330}$
$\frac{2}{9} = \frac{1}{6} + \frac{1}{18}$	$\frac{2}{59} = \frac{1}{38} + \frac{1}{114}$
$\frac{2}{11} = \frac{1}{6} + \frac{1}{66}$	$\frac{2}{61} = \frac{1}{36} + \frac{1}{236} + \frac{1}{531}$
$\frac{2}{13} = \frac{1}{8} + \frac{1}{52} + \frac{1}{104}$	$\frac{2}{63} = \frac{1}{42} + \frac{1}{126}$
$\frac{2}{15} = \frac{1}{10} + \frac{1}{30}$	$\frac{2}{65} = \frac{1}{39} + \frac{1}{195}$
$\frac{2}{17} = \frac{1}{12} + \frac{1}{51} + \frac{1}{68}$	$\frac{2}{67} = \frac{1}{40} + \frac{1}{335} + \frac{1}{536}$
$\frac{2}{19} = \frac{1}{12} + \frac{1}{76} + \frac{1}{114}$	$\frac{2}{69} = \frac{1}{46} + \frac{1}{138}$
$\frac{2}{21} = \frac{1}{14} + \frac{1}{42}$	$\frac{2}{71} = \frac{1}{40} + \frac{1}{586} + \frac{1}{710}$
$\frac{2}{23} = \frac{1}{12} + \frac{1}{276}$	$\frac{2}{73} = \frac{1}{60} + \frac{1}{219} + \frac{1}{292} + \frac{1}{365}$
$\frac{2}{25} = \frac{1}{15} + \frac{1}{75}$	$\frac{2}{75} = \frac{1}{50} + \frac{1}{150}$
$\frac{2}{27} = \frac{1}{18} + \frac{1}{54}$	$\frac{2}{77} = \frac{1}{44} + \frac{1}{308}$
$\frac{2}{29} = \frac{1}{24} + \frac{1}{58} + \frac{1}{174} + \frac{1}{232}$	$\frac{2}{79} = \frac{1}{60} + \frac{1}{237} + \frac{1}{316} + \frac{1}{790}$
$\frac{2}{31} = \frac{1}{20} + \frac{1}{124} + \frac{1}{155}$	$\frac{2}{81} = \frac{1}{54} + \frac{1}{162}$
$\frac{2}{33} = \frac{1}{22} + \frac{1}{66}$	$\frac{2}{83} = \frac{1}{60} + \frac{1}{332} + \frac{1}{415} + \frac{1}{498}$
$\frac{2}{35} = \frac{1}{30} + \frac{1}{42}$	$\frac{2}{85} = \frac{1}{51} + \frac{1}{255}$
$\frac{2}{37} = \frac{1}{24} + \frac{1}{111} + \frac{1}{296}$	$\frac{2}{87} = \frac{1}{58} + \frac{1}{174}$
$\frac{2}{39} = \frac{1}{26} + \frac{1}{78}$	$\frac{2}{89} = \frac{1}{60} + \frac{1}{356} + \frac{1}{534} + \frac{1}{890}$
$\frac{2}{41} = \frac{1}{24} + \frac{1}{246} + \frac{1}{328}$	$\frac{2}{91} = \frac{1}{70} + \frac{1}{130}$
$\frac{2}{43} = \frac{1}{42} + \frac{1}{86} + \frac{1}{129} + \frac{1}{301}$	$\frac{2}{93} = \frac{1}{62} + \frac{1}{186}$
$\frac{2}{45} = \frac{1}{30} + \frac{1}{90}$	$\frac{2}{95} = \frac{1}{60} + \frac{1}{380} + \frac{1}{570}$
$\frac{2}{47} = \frac{1}{30} + \frac{1}{141} + \frac{1}{470}$	$\frac{2}{97} = \frac{1}{56} + \frac{1}{679} + \frac{1}{776}$
$\frac{2}{49} = \frac{1}{28} + \frac{1}{296}$	$\frac{2}{99} = \frac{1}{66} + \frac{1}{198}$

Zunächst ergibt sich aus dieser Tabelle auf den ersten Blick, daß die Zerlegungen jener 16 Brüche derselben, deren Nenner n ein Vielfaches von 3 ist, aus der Gleichung $\frac{2}{3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}$

durch Multiplication der zwei Nenner mit $\frac{n}{3}$ gewonnen werden können, und daß dies nicht einem bloßen Zufalle zu verdanken ist, sondern daß diese Darstellungen bereits zur Zeit der Abfassung des Papyrus wirklich in der erwähnten Weise ermittelt wurden, geht aus dem Texte desselben unzweideutig hervor. Die 61. Aufgabe des Papyrus, welche dadurch besonders merkwürdig ist, daß sie die einzige ist, in welcher eine Regel ausgesprochen

wird, während sonst nur mehrere Beispiele gleicher Art nebeneinander gestellt werden, aus denen sich die zur Verwendung gelangende Methode mehr oder weniger leicht abstrahieren lässt, enthält folgende Vorschrift über die Multiplication mit $\frac{2}{3} : \frac{2}{3}$

zu machen von einem Bruche. Wenn dir gesagt ist: was ist $\frac{2}{3}$ von

$\frac{1}{5}$: so mache du sein Doppeltes und sein Sechsfaches, das ist

sein $\frac{2}{3}$. Also ist es zu machen in gleicher Weise für jeden ge-

brochenen Theil, welcher vorkommt.“ Es ist selbstverständlich, daß unter dem Doppelten und Sechsfachen die doppelte und sechsfache Zahl mit den darüber stehenden Pünktchen also die Verdoppelung, bzw. Versechsfachung des Nenners des betreffenden Bruches zu verstehen ist.

Dies ist auch die einzige Andeutung, welche uns Ahmes über die beim Zerlegen von Brüchen in Stammbrüche verwendeten Methoden hinterlassen hat und von dieser Methode allein kann behauptet werden, daß ihre consequente Anwendung durch die Tabelle erwiesen wird; alles was darüber hinaus von der im Papyrus Rhind zur Verwendung gelangenden Verfahrensweise gesagt wurde, kann, so geistreich dasselbe auch ist und so sehr wir jene Männer bewundern müssen, die aus so geringfügigen Anzeichen allgemeine Gesetze zu erkennen vermochten, doch nur als mehr oder weniger plausible Hypothese bezeichnet werden. Schon bei den Brüchen mit einem durch 5 oder 7, aber nicht durch 3 theilbaren Nenner, wird nicht mehr durchgehends in einer dem oben erwähnten Verfahren analogen Weise vorgegangen. Noch weniger kann man behaupten, daß etwa für jeden primzahligen Nenner die von dem in der Geschichte der Mathematik eine so hervorragende Rolle spielenden Pisaner Kaufmann Leonardo Fibonacci in seinem im Jahre 1202 in erster, 1226 aber schon in zweiter verbesserter Auflage erschienenen Liber Abbaci *) ausgegebenen Zerlegungsformel

$$\frac{a}{ma-1} = \frac{1}{m} + \frac{1}{m(ma-1)},$$

*) In Leonardo's Liber Abbica findet sich auch die folgende, von ihm als regula universalis in disgregatione partium numerorum besonders hervorgehobene Regel: „Est enim in similibus quedam alia universalis regula, scilicet ut invenias numerum, qui habeat in se multas regulas (Theiler) ut 12 vel 24 vel 36 vel 48 vel 50, vel quemlibet alium numerum, qui sit major medietati numeri existentis sub virgula, vel minor duplo ipsius: ut pro prescriptis $\frac{17}{29}$ accipiamus 24, que sunt plus medietate de 29; et multiplica igitur 17, que sunt super virgulam, per 24, erunt 408, que divide per 29 et per 24 exhibunt $\frac{2}{29} \frac{14}{24}$ (d. i. $\frac{14}{24} + \frac{2}{14 \cdot 29}$): deinde vide de 14, que partes sunt de 24: sunt enim $\frac{1}{4} \frac{1}{3}$ vel $\frac{1}{12} \frac{1}{2}$ (d. i. $\frac{1}{4} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{12}$), quas serva pro partibus de $\frac{17}{29}$: et vide iterum de 2 que sunt super 29, que partes sint de 24: sunt enim $\frac{1}{12}$ ipsorum, pro quo habebis $\frac{1}{12} \frac{0}{29}$ (d. i. $\frac{1}{12 \cdot 29}$) in eisdem partibus de $\frac{17}{29}$; quia $\frac{2}{29}$ de $\frac{1}{24}$ equantur $\frac{2}{24}$ de $\frac{1}{29}$ que sunt $\frac{1}{12} \frac{0}{29}$, scilicet $\frac{1}{348}$: ergo pro $\frac{17}{29}$ habebis $\frac{1}{348} \frac{1}{4} \frac{1}{3}$ vel $\frac{1}{348} \frac{1}{12} \frac{1}{2}$ ut superius invenimus.“ Dieselbe lässt sich in folgende Formel kleiden:

$$\frac{m}{n} = \frac{r}{rn} = \left(s + \frac{t}{n} \right) : r = \frac{s}{r} + \frac{t}{rn} \quad (0 < t < n),$$

in welcher r eine zwischen $\frac{n}{2}$ und $2n$ liegende ganze Zahl mit möglichst vielen Theilern bezeichnet. Nach der Anschauung des Herrn Bobynin liegt diese Regel der Herstellung der Tabelle des Ahmes zu Grunde. Abgesehen davon, daß diese Vorschrift der Willkür einen gar großen Spielraum lässt, weshalb mehrere verschiedene Darstellungen einer Zahl unter dieselbe subsumiert werden können, fügt sich ihr beispielsweise die oben angegebene Zerlegung von $\frac{2}{21}$ weniger, als die Darstellung $\frac{2}{21} = \frac{1}{12} + \frac{1}{84}$.

welcher die obige Zerlegung von $\frac{2}{3}$ entspricht, bei der Zusammenstellung der Tabelle zur Richtschnur diene, wenngleich nicht zu leugnen ist, daß die unter dieselbe fallenden Darstellungen von $\frac{2}{5}, \frac{2}{7}, \frac{2}{11}, \frac{2}{23}$ es als nicht gerade unwahrscheinlich erscheinen lassen, daß sie einzelnen der altägyptischen Rechner bekannt war.

Unter diesen Verhältnissen gewinnt der früher genannte Papyrus von Akhmim ein besonderes Interesse dadurch, daß an verschiedenen Stellen desselben gezeigt wird, wie zur Zeit seiner Abfassung die Vereinigung von Stammbrüchen zu einem Bruch und umgekehrt die Zerlegung eines Bruches in Stammbrüche ausgeführt wurde — zu der Behauptung, daß Ahmes dieselben Methoden benützte, fehlt uns natürlich selbst der Schein einer Berechtigung, immerhin aber muss als höchst bemerkenswert hervorgehoben werden, daß Herr M. Cantor lange vor der Publication des Papyrus von Akhmim aus der Tabelle des Ahmes die Zerlegungsformel

$$\frac{2}{r \cdot q} = \frac{1}{q} \frac{1}{r+q} + \frac{1}{r} \frac{1}{r+q}$$

herauslas, welche in dem griechischen Papyrus verwendet wird.

Wie der Papyrus Rhind, so beginnt auch der Papyrus von Akhmim mit einer tabellarischen Zusammenstellung von Zerlegungen von Brüchen in Stammbrüche, während aber in dem ersteren der Zähler (2) constant bleibt und der Nenner verschiedene Werthe annimmt, wird bei dem letzteren in jeder einzelnen Abtheilung der Nenner beibehalten und der Zähler verändert, so daß uns diese Tabelle also eine Tafel zur bequemen und raschen Ausführung der Multiplication von Stammbrüchen mit ganzen Zahlen vorstellt. Die Multiplicanden sind im ersten

Abschnitte $\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \dots, \frac{1}{10}$, die Multiplicatoren die Zahlen $10^k l$ für $k=0, 1, 2, 3$; $l=1, 2, \dots, 9$, im zweiten aber $\frac{1}{11}, \frac{1}{12}, \dots, \frac{1}{20}$, bezw. die ganzen Zahlen von 1 bis zum

Nenner des Multiplicands. Zwischen den beiden Tabellenwerken findet allenthalben Uebereinstimmung statt, mit Ausnahme der Zerlegungen von $\frac{2}{13}$ und $\frac{2}{19}$, für welche das spätere die Dar-

stellungen $\frac{2}{13} = \frac{1}{7} + \frac{1}{91}$, $\frac{2}{19} = \frac{1}{10} + \frac{1}{190}$ gibt. Bezüglich der in den verschiedenen Beispielen auftretenden Zerlegungen stimmen

beide Papyri überdies überein in Bezug auf $\frac{3}{5}, \frac{7}{8}, \frac{5}{9}, \frac{8}{9}, \frac{7}{10}$, $\frac{5}{13}, \frac{9}{13}$, während sie sich betreffs $\frac{4}{5}, \frac{5}{7}, \frac{6}{7}, \frac{3}{10}, \frac{9}{10}$ unterscheiden. Als Curiosum mag noch die im späteren Papyrus benützte complicirte Relation

$$\frac{1}{110} \left(60 + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} \right) = \frac{1}{10} + \frac{1}{11} + \frac{1}{20} + \frac{1}{22} + \frac{1}{30} + \frac{1}{33} + \frac{1}{40} + \frac{1}{44} + \frac{1}{50} + \frac{1}{55} + \frac{1}{60} + \frac{1}{66} + \frac{1}{70} + \frac{1}{77} + \frac{1}{80} + \frac{1}{88} + \frac{1}{90} + \frac{1}{99} + \frac{1}{100} + \frac{1}{110}$$

angeführt und überdies noch erwähnt werden, daß in beiden Manuscripten im Verlaufe der Rechnungen auch Zerlegungen von Stammbrüchen in andere Stammbrüche verwendet werden, so im Papyrus Rhind die Formeln $\frac{1}{3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \frac{1}{64} + \frac{1}{192}$; $\frac{1}{9} = \frac{1}{12} + \frac{1}{36}$; $\frac{1}{7} = \frac{1}{14} + \frac{1}{21} + \frac{1}{42}$; $\frac{1}{81} = \frac{1}{108} + \frac{1}{324}$.

Aus dem griechischen Papyrus geht zunächst hervor, daß man zur Zeit seiner Abfassung von den möglichen Zerlegungen eines

Bruches in Stammbrüche diejenigen bevorzugte, in denen die Unterschiede zwischen den auftretenden Nennern möglichst klein sind — ein von Ahmes noch nicht beobachtetes Princip.*) Man ersieht aus demselben ferner, daß hiebei vorzüglich zwei Methoden, entweder für sich oder in verschiedenartigster Weise combinirt, unter Benützung von mancherlei Kunstgriffen zur Verwendung gelangten, welche M. Cantor mit den Namen Subtractions-Methode und Methode der durch Summentheile multiplicirten Factoren belegt. Bei der ersten Methode werden zunächst — wenn möglich — mehrere Zerlegungen des Nenners in zwei Factoren angegeben, sodann wird von dem zu zerlegenden Bruche ein Stammbruch dadurch abgesondert, daß einer der Theiler des Nenners vom Zähler subtrahiert und zu diesem addirt wird; dieses Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis der Zähler völlig aufgezehrt ist, wobei man aber wohl zu beachten hat, daß bei jedem einzelnen Schritte ein noch nicht benützter Theiler des Nenners zu nehmen ist, da ja, wie auch aus dem Papyrus Rhind zu ersehen ist, bei einer Zerlegung nicht zwei gleiche Stammbrüche auftreten dürfen. Dieses Verfahren lässt sich in folgende Formel kleiden:

$$\frac{r}{a \cdot b} = \frac{r}{c \cdot d} = \frac{r}{e \cdot f} = \dots = \frac{r-a}{ab} + \frac{1}{b} = \frac{r-a}{cd} + \frac{1}{d} = \dots$$

Zur Veranschaulichung mag die mit allen Zwischenrechnungen dem 22. Beispiele des Manuscriptes entnommene Zerlegung von

$\frac{153}{6460}$ in Stammbrüche angefügt werden. Dieselbe lautet:

$$\begin{aligned} 6460 &= 85 \cdot 76 = 68 \cdot 95 \\ \frac{153}{6460} &= \frac{153-85}{6460} + \frac{1}{76} \\ &= \frac{68-68}{6460} + \frac{1}{76} + \frac{1}{95} = \frac{1}{76} + \frac{1}{95} \end{aligned}$$

Die zweite Methode kann durch die folgende Formel dargestellt werden:

$$\frac{r}{a \cdot b} = \frac{m}{b \frac{b+ma}{r}} + \frac{1}{a \frac{b+ma}{r}}$$

in welcher die ganze Zahl m so zu wählen ist, daß $b+ma$ ein Vielfaches von mr wird. Zur Erläuterung derselben diene die folgende im 39. Beispiele des Papyrus vorkommende Zerlegung von $\frac{3}{112}$:

$$\begin{aligned} 112 &= 7 \cdot 16, \quad 16 + 2 \cdot 7 = 30, \\ \frac{3}{112} &= \frac{2}{16 \cdot 10} + \frac{1}{7 \cdot 10} \\ &= \frac{1}{80} + \frac{1}{70} \end{aligned}$$

Als Beispiel für die Combination beider Methoden will ich die folgende in der 20. Aufgabe auftretende Zerlegung von $\frac{75}{323}$ in acht Stammbrüche anführen:

$$\begin{aligned} \text{I. } 323 &= 17 \cdot 19; \quad \frac{75}{17 \cdot 19} = \frac{75-17}{323} + \frac{1}{19} = \\ &= \frac{58-19}{323} + \frac{1}{17} + \frac{1}{19} = \frac{39}{323} + \frac{1}{17} + \frac{1}{19}; \\ 39 &= 18 + 12 + 9; \end{aligned}$$

*) Man vergleiche in dieser Beziehung beispielsweise die zwei Darstellungen $\frac{2}{77} = \frac{1}{44} + \frac{1}{308}$ (Pap. Rhind) und $\frac{2}{77} = \frac{1}{63} + \frac{1}{99}$ (Pap. von Akhmim).

$$\text{II. } 17 + 19 = 2 \cdot 18; \frac{18}{323} = \frac{1}{2 \cdot 17} + \frac{1}{2 \cdot 19} = \\ = \frac{1}{34} + \frac{1}{38};$$

$$\text{III. } 17 + 19 = 3 \cdot 12; \frac{12}{323} = \frac{1}{3 \cdot 17} + \frac{1}{3 \cdot 19} = \\ = \frac{1}{51} + \frac{1}{57};$$

$$\text{IV. } 17 + 19 = 4 \cdot 9; \frac{9}{323} = \frac{1}{4 \cdot 17} + \frac{1}{4 \cdot 19} = \\ = \frac{1}{68} + \frac{1}{76}; \text{ also:}$$

$$\frac{75}{323} = \frac{1}{17} + \frac{1}{19} + \frac{1}{34} + \frac{1}{38} + \frac{1}{51} + \frac{1}{57} + \frac{1}{68} + \frac{1}{76}.$$

Kehren wir nun von dem griechischen Papyrus, dessen Verfasser offenbar die Art der Lösung der Probleme ein weit größeres Interesse einflößt, als diese selbst, zum Papyrus Rhind zurück, bei dessen Schreiber das Umgekehrte der Fall ist; so dürfte es sich empfehlen, zum Schlusse der Besprechung der Zerlegungstafel wenigstens an einem Beispiele zu zeigen, wie der Aegypter die Probe für die Richtigkeit der in derselben angegebenen Darstellungen macht, zumal die Erörterung dieses Verfahrens recht naturgemäß zu den 18 Aufgaben aus der sogenannten Seqem- oder Vollendungs- (Ergänzungs-) Rechnung überführt, welche sich unmittelbar an die der besprochenen Tabelle beigegebene kleinere anschließt, in welcher wohl mit Rücksicht auf das praktische Bedürfnis unter der Form von Aufgaben über Brotvertheilungen die Zerlegungen der Decimalbrüche 0.1, 0.3, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9*) in Stammbrüche gelehrt wird. Die

Verification der Relation $\frac{2}{23} = \frac{1}{12} + \frac{1}{276}$ lautet bei Hinzufügung eines im Papyrus nicht vorkommenden erklärenden Textes: $\frac{2}{3}$ des Nenners des zu zerlegenden Bruches betragen $15\frac{1}{3}$, die Hälfte

davon, also $\frac{1}{3}$ von 23 ist $7\frac{2}{3}$ und davon die Hälfte, also $\frac{1}{6}$ des Nenners $3 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$. Es können demnach die bisher als Multiplicatoren benützten Stammbrüche bei der vorzunehmenden Zerlegung nicht vorkommen, weil die gefundenen Zahlen insgesamt größer sind, als der Zähler des betrachteten Bruches; $\frac{1}{12}$ des Nenners aber

ist $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$, daher tritt bei der gesuchten Darstellung der eben angeführte Stammbruch auf, worauf durch einen an seine Seite gesetzten kleinen Strich aufmerksam gemacht wird. Nun kommt die Bemerkung tet' (Rest oder vielleicht der ägyptischen Denkweise entsprechender, „das Fehlende“ [auf 2]) $\frac{1}{12}$, durch welche unzweifelhaft ausgesprochen wird, daß die zuletzt genannte gemischte Zahl sich von 2 um $\frac{1}{12}$ unterscheidet, so daß

man also, sobald man an einer solchen Stelle angelangt war, eine Subtraction, natürlich nach der sogleich zu erörternden ägyptischen Auffassung sei es im Kopfe, sei es schriftlich, vornahm. Dieser Rest ist nun durch das 23fache eines anderen Stammbruchs oder einer Summe von solchen zu erzeugen; nun ist das Zehnfache der letzten Zahl 230, ihr Zweifaches aber 46,

*) Vollständig erhalten ist nur die Darstellung $0.9 = \frac{2}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}$ im letzten Beispiele; unter Benützung des in demselben befolgten Gedankenganges lassen sich aber die Lücken in den vorausgehenden leicht ergänzen.

also $23 \cdot \frac{1}{276} = \frac{1}{12}$ und daher ergibt sich als Schlussresultat die gesuchte Zerlegung $\frac{1}{276} + \frac{1}{12}$.*)

Es mag hier noch erwähnt werden, daß bei den Probe-rechnungen einige Fehler vorkommen; so ist wiederholt das die betreffende Zahl als Nenner charakterisierende Pünktchen weggelassen und es ist bei der Zerlegung von $\frac{2}{93}$ zweimal irrthümlich 166 für 186 geschrieben, — wahrscheinlich Versehen des Abschreibers.

In dem nun folgenden Capitel mit der Ueberschrift „Vorschrift der Ergänzung“ wird in den ersten 14 Beispielen, denen leider jeder erläuternde Text mangelt, gezeigt, womit man eine gegebene Zahl multipliciren muss, um ein vorgeschriebenes Product zu erhalten (multiplicative Ergänzung), während in den letzten vier glücklicherweise mit erläuternden Worten versehenen Aufgaben eine Zahl gesucht wird, welche zu einer bestimmten anderen addirt, eine vorgegebene Summe liefert (additive Ergänzung); es wird also nach unserer heutigen Bezeichnung in diesem Abschnitte die Division und Subtraction, natürlich nach ägyptischer Denkweise behandelt. Zur Erleichterung der durchzuführenden Rechnung werden zunächst die gegebenen und die im Verlaufe der Rechnung auftretenden Zahlen durch Multiplication mit einer bestimmten geeigneten ganzen Zahl, als welche oft der größte der ursprünglich auftretenden Nenner benützt wird, durch andere ersetzt, welche entweder ganz sind oder nur Brüche mit wesentlich kleineren Nennern enthalten; mit diesen Zahlen werden dann die nöthigen Operationen vollzogen, worauf schließlich durch den benützten Multiplicator (ägyptisch) dividirt wird; es ist dies ein Verfahren, welches Eisenlohr und M. Cantor sehr richtig als ein unserer Zurückführung von Brüchen auf einen gemeinsamen Nenner völlig analoges Vorgehen erkannt und daher auch ganz entsprechend zur Erleichterung des Verständnisses mit diesen Namen belegt haben, wenn es sich von unserer Gepflogenheit auch insoferne unterscheidet, daß auch gemeinsame Nenner auftreten, welche nicht ganzzahlige Vielfache aller vorkommenden Einzellennern sind.

Die als Ersatz verwendeten Zahlen stehen unter den bezüglichen ursprünglichen und sind mit rother Tinte geschrieben, während für alle anderen schwarze benützt wird. Von welchen Ueberlegungen sich der ägyptische Rechner hierbei leiten ließ, können wir leider aus dem Papyrus nicht entnehmen, — ich glaube aber, daß man ihn doch sehr überschätzt, wenn man, wie es geschehen ist, in seinem Vorgehen das Ersetzen der ursprünglichen Einheit (1), aus welcher die ganzen Zahlen gebildet sind, durch eine andere, welche ein genauer Theil von ihr ist, sehen will, oder wenn man gar in den ersten 14 Beispielen den Versuch erblickt, auf empirischem Wege den zum Ueberflusse noch falschen Satz zu erhärten, daß „jedemal, wenn man verschiedene Größen derselben arithmetischen Operation unterwirft, die erhaltenen Resultate sich wie die benützten Größen verhalten“. Es ist nicht unmöglich, daß der Gedankengang des Aegypters bei diesem Verfahren mit demjenigen übereinstimmt, welchen wir in Aben Ezra's Sepher ha-mmispar oder bei Mahmud von Herat ausgedrückt finden; es mag daher das folgende von letzterem Arithmetiker stammende Beispiel hier angeführt werden. „Wenn man“, sagt er, „nach Rode's Angaben $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ und $\frac{4}{5}$ addiren will, so ist der mokhraj**) der Gesamtheit dieser Brüche (d. i. nach seiner Erklärung die kleinste ganze Zahl, durch welche den einzelnen Brüchen der Zustand der Ganzzahligkeit verschafft werden kann) 60. Nun sind $\frac{2}{3}$ von

*) Im Papyrus stehen nur die nicht unterstrichenen Zahlen.

**) Aben Ezra nennt die Zahl more und leitet diesen Namen von ihrer Eigenschaft, „auf den geraden Weg zu führen“, ab.

60 gleich 40, $\frac{3}{4}$ davon 45 und $\frac{4}{5}$ 48, deren Summe 133 ausmacht. Diese Summe ist größer als der mokhraj, weshalb man sie durch ihn zu dividiren hat, wobei man den Quotienten 2 und den Rest 16 erhält, dessen Verhältnis zu 60 $\frac{1}{6}$ und die Hälfte von $\frac{1}{10}$ macht. Es ist also die Summe der vorgelegten Brüche $2 + \frac{1}{6} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10}$.

In den ersten 14 Beispielen über Seqemrechnung wird ersichtlich gemacht, daß man durch Multiplication von $\frac{4}{7}, \frac{2}{7}, \frac{1}{7}$, $\frac{1}{2 \cdot 7}, \frac{1}{4 \cdot 7}$ mit $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{7}{4}$ die Zahlen 1, $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}$ erhält, sowie daß $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{6}, \frac{1}{12}, \frac{1}{24}$ mit $1 + \frac{2}{3} + \frac{1}{3} = 2$ multiplicirt, $1, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{6}, \frac{1}{12}$ zum Producte geben. Zur Verdentlichung des Verfahrens mag das erste auf $\frac{2}{7}$ bezügliche Beispiel mit Hinzufügung eines erklärenden Textes angefügt werden. *)

$\frac{2}{7}$ ist nach der Tabelle $\frac{1}{4} + \frac{1}{28}$; um diese Brüche ganz zu machen, multiplicire man dieselben mit 28, dann erhält man 7, bzw. $1 \cdot \frac{1}{2}$ von $\frac{2}{7}$ ist gleich der Summe der Brüche $\frac{1}{8}, \frac{1}{56}$, deren 28faches $3\frac{1}{2}$, bzw. $\frac{1}{2}$ ist, während $\frac{1}{4}$ des benützten Bruches die Summe der Brüche $\frac{1}{16}, \frac{1}{112}$ ist, durch deren Multiplication mit 28 man erhält:

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}, \text{ bzw. } \frac{1}{4}.$$

Die Summe der unterstrichenen Zahlen beträgt 14, welche Zahl durch Verachtundzwanzigfachung von $\frac{1}{2}$ entsteht. $\frac{2}{7}$ ist also mit $\frac{7}{4}$ zu multipliciren, um $\frac{1}{2}$ als Resultat zu erhalten.

An dieses Beispiel schließt sich unmittelbar ein demselben genau nachgebildetes an, welches unter Benützung von 18 als gemeinsamen Nenner lehrt, daß $\frac{1}{4}$ durch $1 + \frac{2}{3} + \frac{1}{3}$ zu $\frac{1}{2}$ multiplicativ ergänzt wird. Bezüglich der übrigen Beispiele ist einerseits hervorzuheben, daß die rothgeschriebenen Zahlen in den-

jenigen nicht angegeben sind, welche auf Grund der durch die vorausgegangenen Rechnungen erlangten Uebung leicht gelöst werden können, anderseits darauf aufmerksam zu machen, daß dieselben durch eine Reihe von groben Irrthümern entstellt werden, welche nur zum geringsten Theile erkannt und verbessert wurden; so ist beispielsweise dreimal $\frac{1}{9}$ für $\frac{1}{14}$ gesetzt, ein Versehen, das nur zweimal corrigiert wird, von welchen zwei Correcturen aber nur eine bei der Fortsetzung der Rechnung Beachtung findet; es steht in einer Rechnung $\frac{1}{10}, \frac{1}{20}, \frac{1}{50}$ für $\frac{1}{14}, \frac{1}{28}, \frac{1}{56}$; in einer anderen $\frac{1}{228}, \frac{1}{456}, \frac{1}{912}$ für $\frac{1}{224}, \frac{1}{448}, \frac{1}{896}$ u. s. f. und es sind die Bruchpünktchen sehr oft vergessen. Es muss endlich noch erwähnt werden, daß außer der eben ausführlich auseinandergesetzten Bestimmung der multiplicativen Ergänzung von $\frac{2}{7}$ zu $\frac{1}{2}$ noch zwei andere Darstellungen derselben Aufgaben gegeben werden, welche, da sie auf eine wiederholte Vornahme desselben Problems zum Behufe der Demonstration verschiedener Vereinigungen in der Behandlung desselben hindeuten, im Vereine mit den eben gemachten Bemerkungen einiges Licht auf die Natur des vorliegenden Manuscriptes zu werfen vermögen. Dieselben lauten:

$\frac{1}{4} + \frac{1}{28}$ $\frac{1}{2} \frac{1}{8} + \frac{1}{56}$ $\frac{1}{4} \frac{1}{16} + \frac{1}{112}$ $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \quad \frac{1}{4}$ $\text{zusammen } \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{28}$ $\frac{1}{2} \frac{1}{7}$ $\frac{1}{4} \frac{1}{14}$ $\text{zusammen } \frac{1}{2}$
---	--

Die Art des Verfahrens beim Aufsuchen der additiven Ergänzung wird durch das folgende, dem Papyrus Rhind wortgetreu entlehnte Beispiel vollkommen klar gemacht:

Gesagt ist dir zu ergänzen $\frac{2}{3} \frac{1}{15}$ zu 1

(roth) 10 1, zusammen 11, das Fehlende 4.

Mache du wachsen die Zahl 15, um zu finden 4:

15 $\frac{1}{15}$ 1	$1^{*})$ $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{5}$	$11\frac{1}{2}$ 3	1
-------------------------	---------------------------------------	---------------------	-----

zusammen 4, also $\frac{1}{5} \frac{1}{15}$ ist hinzuzufügen. **)

(Schluss folgt.)

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Se. Majestät der Kaiser hat dem Maschinenfabrikanten in Pilsen, Herrn Emil Ritter v. Skoda, den Orden der Eisernen Krone III. Classe verliehen, und gestattet, daß der Großindustrielle und Domänen-Besitzer in Prag, Herr Franz Freiherr v. Ringhoffer, das Commandeurkreuz des Ordens der Krone von Rumänien, und der Schiffahrts-Gewerbe-Inspector, Herr Regierungsrath Anton Schromm, die französische

*) Die unterstrichenen Zahlen sind im Papyrus mit rother Tinte geschrieben, die überstrichenen treten nicht auf.

Decoration eines Officier de l'Instruction publique annehmen und tragen dürfe.

Die niederösterreichische Statthalterei hat dem Herrn Stadt-Baumeister Ingenieur Carl Stigler das Befugnis eines behördlich autorisirten Bau-Ingenieurs und eines behördlich autorisirten Geometers mit dem Wohnsitze in Wien erteilt.

*) Die unterstrichenen Zahlen sind die zu benützenden.

**) Hier und bei den folgenden Entwicklungen ist zu ergänzen „von 15 ist“. Durch das Nebeneinanderstellen der Brüche wird deren Addition angedeutet, also $\frac{2}{3} \frac{1}{15} = \frac{2}{3} + \frac{1}{15}$.

INHALT. Die Londoner Untergrundbahnen und die New-Yorker Hochbahn. Von Ober-Ingenieur Hugo Koestler. — Das älteste Aufgabenheft. Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 14. April 1894 von Prof. Dr. L. Gegenbauer. (Fortsetzung.) — Vermischtes.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Kortz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

ZEITSCHRIFT DES OESTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLVI. Jahrgang.

Wien, Freitag den 21. September 1894.

Nr. 38.

Die neue Donaubrücke bei Gran.

Von Prof. J. Melan.

(Hiezu die Tafel XVI.)

Unsere transleithanische Reichshälfte bietet gegenwärtig durch die bereits begonnene oder in nächster Zeit bevorstehende Ausführung großer Brückenbauten dem in diesem Specialfache thätigen Ingenieur Gelegenheit zu lehrreichen Studien. Die für Budapest projectirten beiden Donaubrücken werden nach ihrer Errichtung zu den bemerkenswerthesten Brückenbauwerken des Continents zählen und es ist nur zu wünschen, daß bei der endgiltigen Bearbeitung der auszuführenden Entwürfe eine in constructiver und ästhetischer Beziehung vollkommen befriedigende Lösung gefunden werde.

Gegenwärtig wird an einer Donaubrücke gebaut, welche die Primatialstadt Gran mit dem gegenüberliegenden Dörfchen Parkany verbindet. Die nachstehenden Mittheilungen über dieses Bauwerk, zu welchen die ausführende Bauunternehmung S. Cathry & Sohn Pläne und Daten in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt hat und welche der Referent durch seine eigenen, gelegentlich des Besuches der Baustelle und der Brückenbau-Anstalt der kön. ungar. Staats-Maschinenfabrik gemachten Aufzeichnungen ergänzt, dürften insoferne von Interesse sein, als daraus die typischen Grundzüge für die in Ungarn jetzt übliche Bauweise der eisernen Brücken entnommen werden können. Um die rationelle und in mancher Hinsicht mustergiltige Durchbildung derselben haben sich insbesondere der Vorstand der Brückenbau-Abtheilung im kön. ungar. Handelsministerium, Herr Ministerialrath Szekelius, sowie der bekannte Brücken-Ingenieur und Director der staatlichen Brückenbau-Anstalt, Herr Ober-Inspector Seefehlner, verdient gemacht.

Die neue Brücke in Gran ist eine Straßenbrücke und übersetzt die Donau in normaler Richtung 120 m oberhalb der gegenwärtig bestehenden Schiffbrücke. Ihre Gesamt-Lichtweite wurde mit 494 m festgestellt; dieselbe vertheilt sich auf fünf Oeffnungen, von welchen die seitlichen je 81.5 m, die daran schließenden Oeffnungen je 100 m und die mittelste Oeffnung 117 m lichte Weite erhalten. Die Stützweiten der diese Oeffnungen überspannenden Balkenträger sind beziehungsweise 83.5 m, 102.0 m und 119.0 m. Die beiden Tragwände stehen 7.15 m von Achse zu Achse ab und tragen zwischen sich eine im Lichten 6.5 m breite, mit Holzstöckel gepflasterte Fahrbahn und beiderseits außen auf Consolen je 1.5 m breite Fußwege. Hinsichtlich der Höhenlage der Fahrbahn war verlangt, daß in der Brückenmitte, und zwar auf eine Länge von 50 m die Unterkante der Eisenconstruction um 6.90 m höher liegen soll als der höchste Wasserstand vom Jahre 1876, welcher 7.22 m über dem Nullpunkt des Graner Pegels betragen hat; dagegen konnte an den Land- und Mittelpfeilern die Construction des Ueberbaues in einer bogenförmigen Linie bis auf 3 m über den oben bezeichneten Hochwasserstand herabgeführt werden. Für das Längenprofil der Fahrbahn wurde bestimmt, daß in der Mitte der Mittelöffnung eine Höhe von 15.80 m über Null, dann beiderseits bis zum Ende derselben Oeffnung ein Gefälle von 2‰, in den zunächst anschließenden Oeffnungen ein solches von 6‰ und von hier bis auf rund 10 m über die Widerlager hinaus ein Gefälle von 10‰ einzuhalten sei. Durch diese Höhenlage der Fahrbahn ergab sich an den beiden Ufern die Nothwendigkeit ausgedehnter Rampenanlagen, welche mit 40‰ Gefälle bis auf 7.70 m über Null herabgeführt wurden; außerdem wurde auf der Graner Seite die Ueberbrückung eines zur Uferlände führenden Weges nothwendig, wofür Balken-

träger mit bogenförmig gesprengtem Untergurt und 16 m Stützweite zur Anwendung kamen.

Die Brücke erhält sonach vier Strompfeiler, einen auf der Seite von Gran stehenden Uferpfeiler und zwei Endwiderlager. Dieselben werden sämmtlich, mit Ausnahme des auf eine Betonschicht zwischen Flachbürsten gegründeten Graner Widerlagers, pneumatisch fundirt, und zwar gibt der in Fig. 1 dargestellte Längenschnitt die Fundirungstiefen, welche auf Grund des durch Bohrungen ermittelten geologischen Profils festgestellt und bei den bisher ausgeführten Pfeilern auch eingehalten wurden. Hienach kommt die tiefste Fundamentsohle in 15 m unter Null zu liegen und sind sämmtliche Pfeilerfundamente auf die harte Tegelschicht herabgeführt, mit Ausnahme des Widerlagers auf der Parkanyer Seite, bei welchem man sich mit einer geringeren Fundirungstiefe begnügte.

Die Strompfeiler erhalten folgende Hauptabmessungen: Bei den den Ufern zunächst liegenden Pfeilern 3 und 6 beträgt die Fundamentlänge 15.15 m, die Fundamentbreite 5.20 m, die Kronenstärke in der Höhe der Auflagsquader 3.30 m; bei den mittleren Pfeilern 4 und 5 ist die Fundamentlänge 15.55 m, die Breite 5.6 m, die Kronenstärke 3.70 m. Die Oberkante der das Fundament abdeckenden, 0.5 m hohen Quaderschicht liegt 0.15 m unter der Nullwasserlinie, die Oberkante der Auflagsquader in 9.42 m über Null; die stromaufwärts spitzbogigen, stromabwärts halbkreisförmigen Vorköpfe sind bis auf 7.72 m über Null emporgeführt und die Seitenflächen der Pfeiler haben bis zur Höhe des Vorkopfes $\frac{1}{20}$, darüber $\frac{1}{40}$ Anzug. Die Fundamentlänge des Parkanyer Widerlagers beträgt 15.0 m, die Breite 5.20 m, jene des Graner Uferpfeilers beziehungsweise 14.5 und 4.50 m; die Fundamentdeckschicht liegt hier in 2.0 m Höhe über Null.

Die pneumatische Fundirung der Pfeiler wird von der Unternehmung S. Cathry in der üblichen Weise unter Anwendung eines durch Deckträger versteiften Caissons mit 2.0 m hoher Arbeitskammer durchgeführt. Die Materialförderung geschieht mittelst eines in der Luftschleuse befindlichen, durch comprimirte Luft betriebenen Göpels, und ist durch eine einfache Sicherung dafür gesorgt, daß fehlerhafte, mit plötzlichen Luftverlusten verbundene Manipulationen beim Ausschleusen des Materials nicht vorkommen können. Das Gewicht der Caissons beträgt rund 300 kg pro 1 m² Grundrissfläche. Die Kosten der Fundirung bis zur Nullwasserlinie belaufen sich im Durchschnitt auf 55 fl. pro 1 m³.

Bei der Ausführung des Pfeilermauerwerkes waren nach dem Bauvertrage folgende Bestimmungen einzuhalten: Unmittelbar über dem Caisson, und zwar in der Höhe der Deckträger, wird eine Betonschicht im Mischungsverhältnisse 1 Theil Portland-Cement auf 2½ Theile Sand und 5 Theile Schlägelschotter aufgebracht. Hierauf kommt eine 0.40 m hohe, durchbindende Kalksteinquaderschicht und der übrige Theil des Fundamentmauerwerkes besteht aus in hydraulischem Mörtel gelegten Bruchsteinen mit in je 3 m Höhe angeordneten, 30 cm starken, durchbindenden Hackelsteinschichten. Die oberste Schichte des Fundamentmauerwerkes besteht aus 0.50 m hohen, rauh bearbeiteten Kalksteinquadern und es erhalten ferner die vier Strompfeiler unter dieser Deckschicht bis 4 m unter Null eine Verkleidung mit 30 cm hohen Hackelsteinen. Nach vollständiger Senkung des Pfeilers wird die Arbeitskammer des Caissons und der Schacht mit hydraulischem Kalkbeton im Mischungsverhältnis 1 Theil hydraulischen Kalk-

auf 6 Theile Sand und Donschotter ausgefüllt. Ueber Nullwasser erhalten die Pfeiler eine Verkleidung, und zwar bis zur Höhe der Vorköpfe, aus 50—60 cm hohen Granitquadern, darüber aus rund 40 cm hohen Kalksteinquadern. Das übrige Mauerwerk besteht aus lagerhaften, in hydraulischem Mörtel gelegten Bruchsteinen mit Kalkstein-Durchbinderschichten, welche in je 3 m Höhe angeordnet sind und aus einer doppelten Hackelsteinschicht von der gleichen Höhe wie die Verkleidungsquader bestehen. Aehnliche Bestimmungen gelten für das Mauerwerk des Parkanyer Widerlagers und des Graner Uferpfeilers, nur daß hier die Verkleidung erst in 5 m über Null beginnt und das darunter befindliche Mauerwerk in Bruchsteinen mit einer 40 cm hohen Hackelsteindeckschicht ausgeführt wird.

Das Quader-Verkleidungsmauerwerk besteht in jeder Schicht aus Läufern und Bindern, welche regelmäßig abwechseln. Die Länge der Läufer soll nach den Baubedingnissen nicht kleiner als 1.0 m und nicht größer als 1.4 m sein, ihre Breite mindestens 1.15mal größer als ihre Höhe. Die Breite der Binder soll 1.25mal größer als die Höhe, die Länge der Binder aber mindestens um 0.3 m größer sein als die Breite der Läufer. Das Verkleidungsmauerwerk aus Hackelsteinen enthält ebenfalls in jeder Schicht Läufer und Binder. Bei den Läufern soll die Breite nicht geringer als die $1\frac{1}{2}$ -fache Höhe sein, die rein bearbeiteten Lagerflächen erhalten dabei eine durchschnittliche Tiefe in das Innere des Mauerwerks von mindestens gleich der Schichthöhe, während die Stoßflächen auf 0.25 m rein zu bearbeiten sind. Die Länge der Binder soll wenigstens um 0.25 m größer sein als die Breite der Läufer und es soll die durchschnittliche Länge der rein bearbeiteten Auflagerflächen am unteren Lager $\frac{7}{4}$, am oberen Lager mindestens $\frac{6}{4}$ der Höhe der Schicht betragen.

Die granitnen Auflagsquader für die Eisenconstruction haben 0.80 m Höhe, 1.30 m Breite und 1.65—1.85 m Länge. Unter denselben sind zwei Druckvertheilungsschichten aus rauh bearbeiteten Quadern von der gleichen Höhe wie die Verkleidungsquader angeordnet.

Bezüglich der Qualität der zu verwendenden Bausteine war verlangt, daß der Granit bei der Festigkeitsprobe einem Drucke von 800 kg pro cm^2 , der zu den übrigen Quadern und Hackelsteinen in Aussicht genommene Kalkstein einem Drucke von mindestens 400 kg pro cm^2 ohne Bruch widerstehen soll. Die Bauunternehmung ist dazu verhalten, von sämmtlichen zu verwendenden Steingattungen Druck- und Frostproben bei einer staatlich berechtigten Probirstelle vornehmen zu lassen. Für die Qualität des hydraulischen Mörtels und Portland-Cements waren die vom Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereine aufgestellten Bedingungen maßgebend.

Für den Ueberbau der Brücke wurde dasselbe Trägersystem gewählt, welches bei der Komorner Donau-Brücke zur Anwendung gelangt ist, nämlich sogenannte Halbsichelträger, das sind Halbparabelträger mit parabolisch gesprengtem Untergurt und einfachem Ausfachungssystem. Es läßt sich nicht leugnen, daß durch die Sprengung des Untergurtes eine gefälligere Form erzielt wird, auch wird an Pfeilermauerwerk durch die Tieferlegung der Auflager erspart; dagegen wird das Tragwerk etwas schwerer als bei horizontalem Untergurt. Es beträgt bei der Graner Brücke die Pfeilhöhe des Untergurtes in der Mittelöffnung 4.44 m, in den Seitenöffnungen 4.04 m, bzw. 3.31 m, also rund $\frac{1}{26}$ der Spannweite. Die Träger sind in der Mitte bzw. 14 m, 12 m und 10 m (d. i. $\frac{1}{8.5}$ der Stützweite), an den Endständern 6.45 m hoch.

Sie sind durch die Ausfachung in 14, bzw. 12 und 10 Felder getheilt, so daß die beträchtliche Knotenweite von 8.5 m, bzw. 8.35 m erhalten wird.

Wie oben bemerkt wurde, soll die Brücke vorläufig nur dem Straßenverkehre dienen; es war aber verlangt, daß später, ohne eine Verstärkung oder Abänderung vornehmen zu müssen, auch ein Secundärbahngelise über die Brücke geführt werden könne. Dieses Gelise soll in die Mitte der Fahrbahn zu liegen kommen und eine solche Construction erhalten, daß die Straßen-

fuhrwerke ohne Schwierigkeit darüber fahren können. Dem entsprechend wurden der Berechnung der Brücke die folgenden zufälligen Belastungen zu Grunde gelegt: a) Ein Zug, bestehend aus drei dreiachsigen Locomotiven mit 10 t Achsdruck (Type XII. Ch. der k. ung. Staatsbahnen) und Lastwagen von 7.0 m Länge, 2.9 m Radstand und 8.5 t Achsbelastung; b) vierräderige Straßenfuhrwerke von 16 t Gewicht, 4.0 m Achsabstand, 1.5 m Gleisweite und 2.5 m Breite; c) eine gleichmäßig vertheilte Belastung der 1.90 m breiten Gehwege mit 400 kg pro m^2 .

Die Hauptträger wurden für die gleichzeitige Wirkung der Belastung a) und c) berechnet, nebst dem aber auch untersucht, ob nicht durch eine gleichmäßige Belastung der Fahrbahn mit 400 kg pro m^2 eine ungünstigere Wirkung hervorgebracht würde. Für die Berechnung der Quer- und Längsträger war die Belastung unter a) und b) maßgebend. Als Winddruck wurde bei belasteter Brückenbahn 150 kg/ m^2 , bei unbelasteter Brückenbahn 250 kg/ m^2 angenommen.

Für die Inanspruchnahmen waren die nachstehenden Grenzwerte festgesetzt:

a) Bei den Hauptträgern und Windstreben . . .	900 kg/ cm^2
b) Bei den durch den Eisenbahnzug beanspruchten Zwischenlängs- und Querträgern	700 „
c) Bei den durch das Straßenfuhrwerk beanspruchten Längs- und Querträgern und Fußwegconsolen	800 „
d) Bei den nach einer Richtung in Anspruch genommenen Nieten der Hauptträger, Gehwege und Windverstrebung	700 „
Bei den Nieten der Quer- und Längsträger . . .	600 „
Bei den nach mehreren Richtungen beanspruchten Nieten	500 „
Zulässiger Druck auf die Nietlochleibung . . .	1600 „

Als oberste Grenze der Inanspruchnahme durch die vereinigte Wirkung von Eigengewicht, Verkehrslast, Winddruck und unter Berücksichtigung der durch das Bremsen und rasche Stehenbleiben der Züge hervorgerufenen Längskräfte wurde 1200 kg/ cm^2 angenommen.

Das Materiale der eisernen Brücken ist in Ungarn fast ausschließlich noch Schweißisen. Dieses wird von den einheimischen Hüttenwerken (Diosgyör, Brezo, Reschitza und Rima murany) in sehr guter Qualität erzeugt.*) Für die Graner Brücke war verlangt, daß das Eisen in der Walzrichtung 3600 kg/ cm^2 , im Minimum 3300 kg/ cm^2 Zerreißfestigkeit besitzen müsse bei einer Längendehnung von 12% für die obere und mindestens 20% für die untere Festigkeitsgrenze. Die Zerreißfestigkeit der Bleche quer zur Walzrichtung soll nicht unter 2500 kg/ cm^2 betragen, während für Schrauben- und Nieteneisen 3700 kg/ cm^2 Festigkeit bei einer Dehnung von 20% verlangt wurde.

Die constructive Durchbildung des eisernen Ueberbaues der Brücke ist aus den beigegebenen Fig. 1—5, welche sich auf die Oeffnung von 102 m Stützweite beziehen, zu entnehmen. Zur Unterstützung der Fahrbahn dienen in den mittleren Knotenpunkten Blechquerträger von 900 mm Höhe mit $\frac{100 \cdot 100}{12}$ Gurt-

winkeln und zwei Kopfblechen (380 × 10) Fig. 2; in den ersten drei Knotenpunkten sind 1750 mm hohe Gitterquerträger (Fig. 3) angeordnet. Diese 8.5 m abstehenden Querträger sind durch vier Längsträger verbunden, welche als Blechträger ausgeführt und von denen die beiden mittleren bei 900 mm Höhe und 1.5 m Abstand dazu bestimmt sind, das in Aussicht genommene Nebenhahngelise zu tragen. Auf den Längsträgern liegt eine 18 cm starke, aus weichem Holze hergestellte Brückstreu und darauf mit einem Quergefälle von 1:50 ein imprägnirtes Holzstöckelpflaster. Die Fußwege werden von Consolen getragen und haben eine 6 cm starke eichene Bedielung.

*) Man vergleiche die ausführlich mitgetheilten Versuchsergebnisse mit ungarischen Schweißisensorten in dem sehr beachtenswerthen Aufsatz: „Beiträge zu den bei den eisernen Balkenbrücken vorkommenden Berechnungen“ von Ober-Inspector J. Seefehlner, Allgemeine Bauzeitung 1893.

Die Hauptträger zeigen einfache und zweckmäßige Detailbildung (Fig. 5). Die Gurte sind Γ -förmig, und zwar der Untergurt mit getheilten Lamellen von $2 \times 320 \text{ mm}$ Breite, der Obergurt mit Lamellen von 650 mm Breite. Die doppelten Stehbleche bestehen aus je zwei Blechen von 550 mm Höhe und $2 \times 14 \text{ mm}$ Stärke. Im Obergurt sind die Stehbleche am unteren Rande durch Winkel gesäumt. Der stärkste Querschnitt besitzt fünf Lamellen von je 12 mm Stärke, deren Stöße, wie aus der Materialvertheilung (Fig. 4) ersichtlich, durch gemeinschaftliche Laschen gedeckt sind. Die Stöße in den Stehblechen und Winkeln sind an die Knotenpunkte gelegt.

Die Gitterstäbe sind durchaus steif construirt, und zwar für die Spannweite von 102 m mit untenstehenden Querschnitten.

Um die freie Knicklänge in der Trägerebene zu vermindern, sind die Verticalstäbe in der halben Höhe durch einen Zwischengurt aus zwei Γ -Eisen verbunden. Am Untergurte sind die Aus-

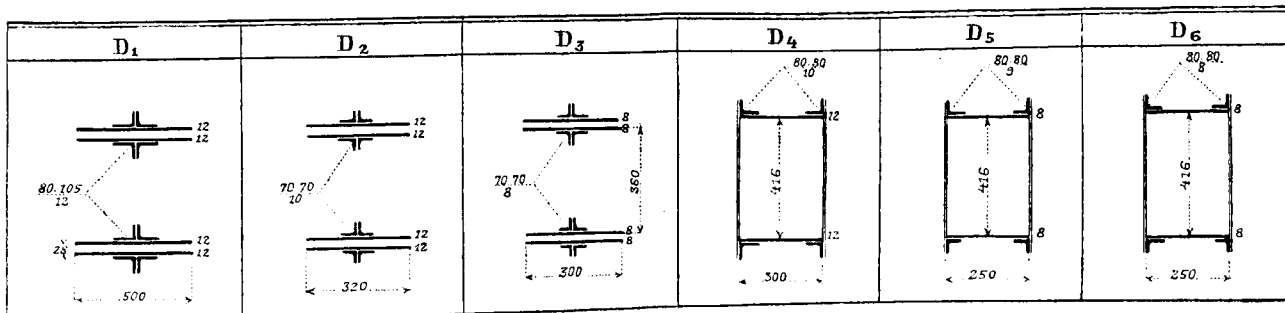
Weise durchgeführt und entsprechen die Einrichtungen vollständig dem modernen Stande der Werkstattentechnik. Um die Vortheile des Stanzens mit jenen des Bohrens zu vereinigen, werden die Nietlöcher mit einem um 4 mm kleineren Durchmesser gestanzt, dann die Theile zusammengestellt und, wenn dieselben auf der Zulage in der richtigen Stellung sind, gemeinsam auf den vorgeschriebenen Durchmesser der Nietlöcher nachgebohrt, wozu leicht transportable Bohrmaschinen mit elektrischem Antriebe in Verwendung sind.

Gewichte. Es enthält in Tonnen:

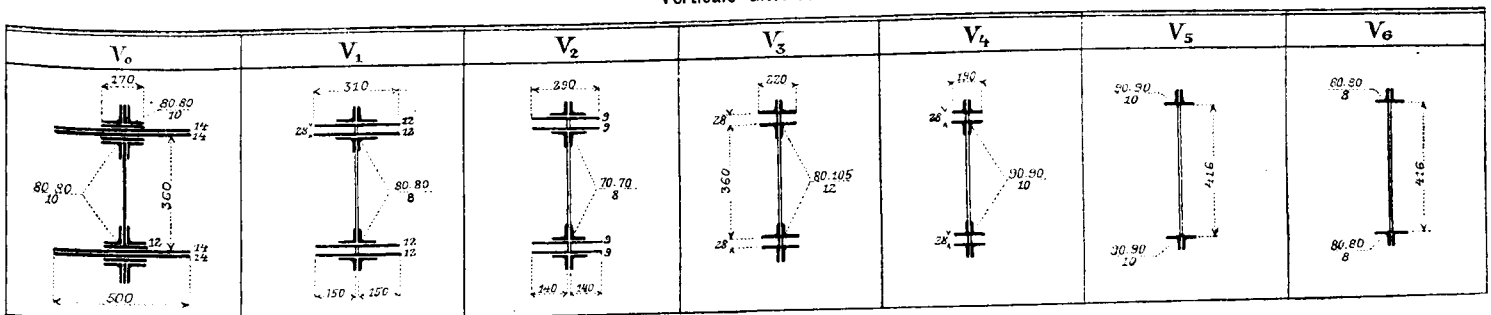
1 Oeffnung von	Schweißeisen	Guß Eisen	Stahl	Im Ganzen
83.5 m Stützweite	340	5	7	352
102 m "	490	5	7	402
119 m "	720	7	10	737
die ganze Strom-Brücke	2380	27	38	2445

Kosten. Der Bau der Brücke sammt Zufahrtsrampen,

Diagonale Gitterstäbe.



Verticale Gitterstäbe.



fachungsstäbe unmittelbar an den Stehblechen befestigt, während an den Knotenpunkten des Obergurtes Anschlussbleche eingesetzt sind, die mit den Stehblechen verlascht sind. Winkelleisen-Verkröpfungen sind grundsätzlich vermieden.

Die beiden Hauptträger erhalten, vom dritten Verticalständer angefangen, einen oberen Querverband und eine Windverstrebung. Dieser Querverband besteht an jedem Ständer aus einem 2.45 m hohen Gitterwerk, außerdem ist in der Mitte eines jeden Faches ein leichter gitterförmiger Querriegel von der Höhe der Gurtungsstehbleche angebracht. Die untere Windverstrebung ist an die Untergurte der Hauptträger angeschlossen und an den Endständern ist auch eine kräftige Querverstrebung unter der Bahn angeordnet.

Die Eisenconstruction der Graner Brücke wird von der Brücken-Bauanstalt der k. ung. Staats-Maschinenfabrik zum Preise von $23 \text{ fl. } 50 \text{ kr.}$ pro 100 kg sammt Aufstellung geliefert. Die Arbeiten in diesem vom Herrn Ober-Inspector Seefehlner geleiteten Etablissement werden in sorgfältiger und rationeller

Mauthhäuschen, Uferschutzbauten etc. wurde an die Unternehmung S. Cathry zu dem Betrage von $1,360,000 \text{ fl.}$ vergeben.

Hievon entfallen:

Auf den Unterbau der Brücke	520.000 fl.
Auf die Eisenconstruction	656.000 ..
Auf die Brückenbahn	49.000 ..
Somit für die Donau- und Quaihrücke . . .	1,225.000 fl.
Für Rampen, Mauthhäuschen, Uferschutz, Beleuchtungs-Anlagen, Sprengminen etc. . .	135.000 ..
Zusammen	1,360.000 fl.

Nachdem diese Summe in zehn Jahresraten ausgefolgt wird, so erhöht sich dieselbe durch die auflaufenden Zinsen auf $1,654,000 \text{ fl.}$ Mit dem Bau der Brücke wurde im heurigen Frühjahr begonnen und soll dieselbe vertragsmäßig bis Ende December dieses Jahres dem Verkehre übergeben werden. In Anbetracht dieser kurzen Bauzeit wird dieser Brückenbau eine in hohem Grade anerkannterthe Leistung der ausführenden Unternehmung.

Das älteste Aufgabenheft.

Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 14. April 1894 von Prof. Dr. L. Gegenbauer.

(Schluss zu Nr. 37.)

Mit den gewonnenen Kenntnissen wird nun zur Behandlung der Gleichungen ersten Grades mit einer Unbekannten, den sogenannten Haurechnungen übergegangen. Das ägyptische Wort Hau (Haufen, Menge) wird ebenso, wie das sanskritische yāva-

tāvat (das Quantum), das arabische shay (Sache), das lateinische res und das italienische cosa, aus welchem das seinerzeit von den deutschen Mathematikern gebrauchte „die Coss“ entstanden ist, zur Bezeichnung der Unbekannten in einer Gleichung gebraucht.

Die von Ahmes zur Auflösung dieser Aufgaben benützten Methoden unterscheiden sich im Grunde durchaus nicht von den gegenwärtig üblichen; denn er vereinigt zuerst die verschiedenen Coëfficienten der Unbekannten zu einer Zahl, entweder durch bloßes Nebeneinanderstellen derselben oder durch Reduction derselben auf einen einzigen Bruch und sucht sodann entweder die multiplicative Ergänzung dieser Zahl oder aber — was selbstverständlich nur bei der zweiten Darstellung möglich ist — des Zählers derselben zum constanten Gliede, wobei sodann noch im letzteren Falle die Multiplication der gefundenen Zahl mit dem Nenner durch das den Aegyptern geläufige Verfahren der fortgesetzten Verdoppelung *) vollzogen wird. Bei jedem Beispiele wird sodann noch die Richtigkeit des gefundenen Resultates durch eine Probe erhärtet. Bei zwei Beispielen hat es, wie M. Cantor richtig bemerkt hat, den Anschein, daß die Rechnung zuerst unter der Voraussetzung durchgeführt wurde, daß das constante Glied den Werth 1 hat, worauf dann das erhaltene Resultat mit dem wirklichen constanten Gliede multiplicirt wurde. Zur Erläuterung der beiden Methoden mögen die folgenden Aufgaben des Papyrus dienen:

Nr. 34. Hau:

seine Hälfte, sein Viertel, er selbst; es macht 10.

$$\begin{array}{r} 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \quad \frac{1}{4} + \frac{1}{28} \quad \frac{1}{2} \\ \dots 3 \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{14} \quad 1 \\ 4 \quad 7 \quad \text{zusammen der Hau} \quad 5 + \frac{1}{2} + \frac{1}{7} + \frac{1}{14} \\ \frac{1}{7} \quad \frac{1}{4} \end{array}$$

Anfang der Probe.

$$\begin{array}{r} 5 + \frac{1}{2} + \frac{1}{7} + \frac{1}{14} \\ \frac{1}{2} 2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{14} + \frac{1}{28} \\ \frac{1}{4} 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{28} + \frac{1}{56} \quad \text{zusammen} \quad 9 + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} \\ \text{das Fehlende: } \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \\ \frac{1}{7} \quad \frac{1}{14} \quad \frac{1}{14} \quad \frac{1}{28} \quad \frac{1}{28} \quad \frac{1}{56} \quad \frac{1}{4} : 14^{***}) \end{array}$$

$$8 \quad 4 \quad 4 \quad 2 \quad 2 \quad 1^{***}) \quad \frac{1}{8} : 7^{***}) \quad \text{zusammen 21.}$$

Aus der ersten Columnne der Rechnung ersehen wir einerseits, daß der ägyptische Rechner bei der successiven Verdoppelung bemerkte, daß das Fünffache von $\frac{4}{7}$ um $\frac{1}{4}$ kleiner ist, als 9, andererseits erkannte, daß, wenn das Vierfache einer Zahl 7 ist, $\frac{1}{7}$ von ihr gleich $\frac{1}{4}$ sein muss — eine Bemerkung, welche wir bei den späteren Rechnungen wiederholt machen können. Die Durchführung der Probe lehrt uns, daß zuerst nur die ganzen Zahlen und die Brüche mit kleinen Nennern (2, 4) addirt werden und sodann durch Zurückführung der übrigen auf einen gemeinsamen Nenner gezeigt wird, daß deren Summe die additive Ergänzung der eben erwähnten Zahl zu 10 liefert.

*) Es wird also bei der ägyptischen Multiplication der Multiplikator stets als dyadische Zahl dargestellt.

**) Hier und bei den folgenden Entwicklungen beider Columnen ist zu ergänzen „von $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ “.

***) Hier ist überall zu ergänzen „Sechsendfünfzigstel“.

Die 27. Aufgabe des Papyrus lautet einschließlich der ungemein einfachen Probe:

Hau: sein Fünftel, er selbst; es gibt 21,

$$\begin{array}{r} . \quad 5 \quad . \quad 6 \quad . \quad 3 \frac{1}{2} \\ \frac{1}{5} \quad 1 \quad . \quad 12 \quad . \quad 7 \\ \text{zusammen 6} \quad \frac{1}{2} \quad 3 \quad 4 \quad 14 \\ \text{zusammen 21} \end{array}$$

Das Hau ist $17 \frac{1}{2}$

sein Fünftel $3 \frac{1}{2}$, zusammen 21.

Die Zahlen der ersten Columnne sagen uns offenbar, daß $1 + \frac{1}{5} = \frac{6}{5}$ ist, aus der zweiten ersehen wir, daß $(1 + 2 + \frac{1}{2}) \cdot 6 = 3 \frac{1}{2} \cdot 6$ die Zahl 21 gibt, woraus folgt, daß die gesuchte Größe $5 \cdot 3 \frac{1}{2}$ ist und dieses Product wird in der dritten Columnne bestimmt.

Noch in demselben Abschnitte wird gezeigt, wie die bisher rein theoretischen Erörterungen aus dem Gebiete der Arithmetik für das praktische Leben verwerthet werden können, indem vier auf die Theilung des Fruchtmaßes bezügliche Gleichungen aufgestellt und behandelt werden — und dies ist auch, abgesehen von zwei Fällen, von denen der eine schon besprochen wurde, der andere aber sofort erörtert werden wird, in allen folgenden Capiteln des Papyrus der Fall.

Von den in den übrigen Paragraphen auftretenden Beispielen müssen zunächst drei besonders hervorgehoben werden, weil sie Aufschlüsse über den verhältnismäßig sehr bedeutenden Umfang der arithmetischen Kenntnisse der alten Aegypter geben — liefern doch zwei von ihnen das geradezu sensationelle Ergebnis, daß schon vor mehr als 35 Jahrhunderten die Summenformel für die arithmetische Progression am Nil so bekannt war, daß man sich ihrer ohne jede Begründung bedienen konnte, während das dritte zeigt, daß man damals wenigstens gewisse geometrische Progressionen zu summiren verstand. Zum Beweise der ersteren Behauptung möge die 64. Aufgabe des Papyrus hier angeführt werden; dieselbe lautet: „Vorschrift um abzuthemen Unterschiede. Wenn dir gesagt wird, 10 Maß Getreide (zu vertheilen) an 10 Personen. Der Unterschied von jeder Person zu ihrer folgenden beträgt an Getreide $\frac{1}{8}$ Maß, der mittlere Durchschnitt ist eine Maß,*) ziehe ab 1 von 10, bleibt 9, nimm die Hälfte des Unterschiedes, d. i. $\frac{1}{16}$ Maß, nimm es 9mal, das gibt nun $\frac{1}{2} \frac{1}{16}$, addire es zum mittleren Durchschnitt, ziehe du ab $\frac{1}{8}$ Maß für jede Person, bis du erreichst das Ende. Mache wie geschieht:**)

$$\begin{array}{r} 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{16}, 1 + \frac{3}{8} + \frac{1}{16}, 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{16}, 1 + \frac{1}{8} + \frac{1}{16}, \\ 1 + \frac{1}{16}, \frac{7}{8} + \frac{1}{16}, \frac{3}{4} + \frac{1}{16}, \frac{5}{8} + \frac{1}{16}, \frac{1}{2} + \frac{1}{16}, \frac{3}{8} + \frac{1}{16}, \\ \text{zusammen 10.}^{***}) \end{array}$$

Die hier angegebene Regel stimmt völlig mit der heutigen Darstellung des Anfangsgliedes (a) einer arithmetischen Reihe

*) Hier steht im Papyrus irrthümlich $\frac{1}{2}$.

**) Dieses fortwährend auftretende ägyptische „art ma cheper“ findet sich auch im griechischen Papyrus als $\alpha\sigma\tau\alpha \pi\alpha\iota\sigma\iota$ wieder, das aber meistens durch $\delta\upsilon\sigma\iota\omega\varsigma$ ersetzt ist.

***) Hier steht im Papyrus fälschlich 1.

mit Hilfe der Summe (s , 10), Gliederanzahl (n , 10) und Differenz (d , 8), welche im Papyrus den Namen Tunnu (die Erhebung) führt, nämlich $a = \frac{s}{n} + \frac{d}{2}(n-1)$ überein. In einem anderen Beispiele wird der Tunnu einer arithmetischen Progression ohne Beweis sofort angegeben.

In doppelter Hinsicht höchst bemerkenswerth ist die folgende auf die geometrische Progression bezügliche Aufgabe (Nr. 79) des Papyrus: Uät Sutek (Eine Leiter)

.	2.801	Schreiber . . .	7
..	5.602	Katze	49
4	11.204	Maus	343
		Gerste	2.401
		Fruchtmaß . .	16.807
zusammen	19.607		zusammen 19.607

Da die rechts stehenden Zahlen die aufeinanderfolgenden ersten fünf Potenzen von 7 sind, so haben die aufgeschriebenen Zahlen offenbar den Zweck, zu zeigen, daß

$$7 + 7^2 + 7^3 + 7^4 + 7^5 = 7.2801$$

ist. Beachtet man nun, daß $2801 = \frac{16806}{6} = \frac{7^5 - 1}{7 - 1}$ ist, so

erkennt man in dieser Relation sofort die von uns heute zur Summierung einer geometrischen Progression mit dem Anfangsgliede a (der Gliederanzahl) und dem Endgliede b benützte Formel $s = a \frac{b-1}{a-1}$, welche vielleicht den Aegyptern in der Gestalt $s = a(1 + a + a^2 + \dots + a^{n-1})$ vorschwebte.

Die neben den einzelnen Potenzen von 7 stehenden mysteriösen Worte vermochte man sich beim gänzlichen Fehlen jeglicher Andeutung lange nicht zu erklären, der Herausgeber des Papyrus vermuthete, daß sie die Namen der einzelnen Potenzen seien und schloss daraus auf eine schon damals vorhandene Kenntnis der Potenzen. Dieser etwas gewagten Hypothese trat Rodet entgegen und er war auch bald durch einen glücklichen Zufall im Stande, eine vollkommen befriedigende Erklärung der erwähnten Worte zu geben. Bei der zu einem anderen Zwecke vorgenommenen Lecture des von Boncampagni herausgegebenen Abacus des Leonardo Pisano stieß er am Schlusse der Seite 311 auf folgende — gelinde gesprochen — eigenthümliche Aufgabe: „7 alte Weiber gehen nach Rom; jede von ihnen hat 7 Maulthiere und jedes Maulthier 7 Säcke, in jedem Sack sind 7 Brote, zu deren jedem 7 Messerchen gehören; jedes Messerchen hat 7 Spalten; es ist die Summe aller vorgenannten Dinge zu suchen.“ Die völlige Uebereinstimmung der auftretenden Zahlen stellt nahezu außer allem Zweifel, daß wir in dem obigen Beispiele des Ahmes das durch die Fortpflanzung von Generation zu Generation gerade nicht geistreicher gewordene Original der Aufgabe des Fibonacci vor uns haben, daß also dasselbe ungefähr folgendermaßen gelautet haben dürfte: „Jeder von 7 Schreibern hat 7 Katzen, von denen jede in einem gewissen Zeitraum 7 Mäuse frisst; nun verzehrt jede Maus in einer bestimmten Zeit 7 Gerstenähren, aus deren Körnern in einem gewissen Zeitraume 7 Maß (Bescha) Gerste entstanden sein würden.“ Würde nun die Aufgabe jetzt mit der Frage schließen, wie viel Maß Gerste sind demnach durch die Katzen vor der Vertilgung bewahrt worden, so hätte dieselbe nicht nur einen vernünftigen Sinn, sondern sie würde auch ganz in den Rahmen der übrigen, zumeist auf landwirtschaftliche Verhältnisse bezüglichen Aufgaben des Papyrus passen, da sie geeignet wäre, dem Landmann den Nutzen des Haltens von Katzen ad oculos zu demonstrieren — allein sie schließt mit der absurden Forderung, die heterogensten Dinge zu einer Summe, also zu einem Ganzen zu vereinigen. Und gerade dieses sonderbare Verlangen tritt uns in einem beiläufig drei Jahrtausende später geschriebenen Buche abermals entgegen — man sieht daraus klar, nichts ist zäher, nichts besitzt eine unverwüsthchere Lebenskraft, als der Unsinn, der trotz allen Stürmen und geht ungeschwächt vom Urahn zu den fernsten Enkeln über.

Aus der Reihe der 21 dem bürgerlichen Leben entnommenen Aufgaben des Papyrus, welche sich auf die Vertheilung von Broten, die Umrechnung des Jahresertrages an Fett auf einen Tag, die Ermittlung der Größe einer Herde aus gewissen Angaben des Hirten, die Auszahlung von Arbeitern in Naturalien, die Bestimmung des Mehlgelhaltes von Broten und ihres sie vollkommen charakterisirenden Pefsu, durch welchen angegeben wird, wie viel Stücke aus einer Maß Frucht bereitet werden, die Gehaltberechnung des Bieres, die mit Rücksicht auf den Tauschhandel in Lebensmitteln ungemein wichtige Umrechnung von verschiedenartigen Speisen in einander (Brot in Bier, Brot in Brot von anderem Pefsu), d. i. die Ermittlung ihres gegenseitigen Werthverhältnisses, die Kosten des Futters für einen Geflügelhof und einen Ochsenstall beziehen und zwischen welche zwei mit dem zum Studium anfeuernden Motto: „Wenn gemessen wird das Getreide in ihm, braucht man den Fruchtspeicher nicht zu bewachen“ versehene Vergleichungstabellen des Getreidemaßes mit dem Flüssigkeitsmaße eingeschoben sind, mag noch die folgende, als in mancher Beziehung interessant, hervorgehoben werden: „Ein Krug Bier, sein Viertel ist Schaum (!), sein Inhalt ist gemessen mit Wasser, er soll bestimmt werden auf den ‚Pefsu‘, wie folgt. Mache du den einen Krug in Bescha, das gibt nun $\frac{1}{2}$ Bescha, ziehe du ab sein Viertel, d. i. $\frac{1}{8}$ Bescha, Rest: $\frac{3}{8}$ mache du $\frac{3}{8}$ um zu finden 1, das gibt nun $2\frac{2}{3}$, der ‚Pefsu‘: $2\frac{2}{3}$ ist er.“

Der Uebersetzer des Papyrus Rhind ist im Zweifel, ob das in der Aufgabe gebrauchte Wort ro-af-f-satu Schaum oder einem vom Biere verschiedenen Aufguss bedeutet, der zur Verdünnung des zu starken Getränkes benützt wurde; bei der geradezu verblüffenden Aehnlichkeit, welche die altägyptischen Verhältnisse vielfach mit unseren gegenwärtigen zeigen, sowie bei dem Umstande, daß nicht nur der Unsinn, wie wir eben gesehen haben, sondern auch Unsitten sich durch die Jahrhunderte forterben, scheint es mir fast zweifellos, daß das Wort „Schaum“ den wahren Sinn des ägyptischen Textes wiedergibt, aus welchem dann allerdings auch zu ersehen ist, daß die Behörden in alten Zeiten mehr auf den Schutz des Consumenten bedacht waren als heute. Daß die Aegypter große Biertrinker waren, ist bekannt, werden sie doch in Tempelinschriften wiederholt vor dem unmäßigen Biergenusse gewarnt und geht ihre Vorliebe für dieses Getränk doch so weit, daß sie, wie aus verschiedenen Stellen des ägyptischen Todtenbuches hervorgeht, selbst im Jenseits noch reichlich von demselben zu trinken hofften. In der vorliegenden Aufgabe haben wir nun die unter solchen Verhältnissen recht wichtige Aichung eines Bierkruges oder die nicht weniger wesentliche Bestimmung des Malzgehaltes des Bieres, welcher vielleicht, wie heute noch in Bayern, gesetzlich festgestellt war, vor uns; das letztere sicher dann, wenn die Worte „sein Inhalt ist gemessen mit Wasser“ durch „sein Inhalt ist getheilt durch Striche“ zu ersetzen sind, in welchem Falle man es also mit einem schon geaichteten Krug zu thun hätte. Da nun dieser Wortlaut entsteht, wenn nur an einer einzigen Stelle die drei Wasserlinien \equiv durch drei Striche \equiv ersetzt werden, so halte ich denselben für höchst wahrscheinlich, zumal es sehr leicht möglich ist, daß der Abschreiber Ahmes aus Versehen statt der drei Striche die Wasserlinien wiederholte, welche er kurz vorher im Texte zu schreiben hatte. Bei dieser Auffassung erfahren wir aus diesem Beispiele, daß die alten Aegypter aus einem Liter Gerstenmalz $2\frac{2}{3}$ l Bier brauten; nach den in Bayern bestehenden gesetzlichen Bestimmungen reicht 1 l Malz für 2.154 l Schank- oder 1.85 l Lagerbier hin, das ägyptische Bier*) wäre also etwas schwächer als das bayerische Sommerbier gewesen.

*) Das ägyptische Bier wurde, wie wir aus einem Fragmente des Zosimos aus dem vierten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung wissen, entweder aus Gerste mit Wasser unter Zutritt der Luft oder aus Brotteig mit Hefe oder endlich aus gedörtem Brot und Wasser bereitet. Die betreffende Stelle lautet in der lateinischen Uebersetzung von Gruner: Recipe hordeum purum bonum et macera diem unam, et disperge, et colloca in loco ventis exposito usque ad posterum diem, et iterum irriga horas quinque, conjice in vas ansatum cribriforme, et irriga, postquam ante siccasti, donec fiat, ut tomentum. Quod ubi factum fuerit, sicca in sole donec detumescat. Floccus enim amarus est. Jam mole, et fac massam

Schon zu lange, meine Herren, habe ich Ihre Geduld in Anspruch genommen; ich muss mich daher bei der Besprechung des geometrischen Inhaltes des Papyrus Rhind auf wenige Andeutungen beschränken, zumal sich an meinen Vortrag noch der eines anderen Herrn anschließen wird.

In dem Buche des Ahmes wird der Kubikinhalt mehrerer nach oben sich verengender Getreidespeicher von rechteckiger und kreisförmiger Basis, also von Pyramidal- und Kegelstützen, und deren Fassungsvermögen für Getreide ermittelt, sodann die Berechnung des Flächeninhaltes von rechteckigen, kreisförmigen, dreieckigen und trapezförmigen Feldern, deren Gestalt durch eine neben dem Texte stehende, zuweilen vielleicht vom Abschreiber unrichtig gemachte Zeichnung ersichtlich gemacht wird, genau oder in mehr oder minder roher Annäherung vorgenommen und schließlich werden vier auf Pyramiden und eine auf ein ziemlich steiles Grabmal bezügliche Rechnungen vorgeführt. Nur zwei Punkte in diesem Abschnitte des Papyrus erregen unser besonderes Interesse, die Berechnung der Kreisfläche und die bei den Pyramiden, bzw. Grabmalrechnungen auftretenden Relationen, welche der Lehre von den proportionalen Linien oder, wenn man sie als besonders bemerkenswerthe charakterisiren will, der ebenen Trigonometrie angehören.

Der Verfasser des mathematischen Papyrus sucht in verschiedenen Aufgaben direct ein dem Kreise flächengleiches Quadrat und verwendet hiebei als jedenfalls damals allgemein bekannte und daher keiner Erläuterung bedürftige Regel, daß die Seite desselben $\frac{8}{9}$ des Kreisdurchmessers betrage; dieser Angabe entspricht als ältester Näherungswerth der Ludolph'schen Zahl

$$\pi = \frac{256}{21} = 3.16 \dots, \text{ also eine Zahl, welche den wahren Werth}$$

nicht ganz um 0.02 übersteigt und demnach weit besser ist als eine große Anzahl von angenäherten Werthen von π viel jüngeren Datums. Die nach dieser Regel zur Quadratur des Zirkels nothwendige Neuntheilung des Kreisdurchmessers dürfte die Aegypter dazu geführt haben, den Kreis mit einem Durchmesser von neun Längeneinheiten als Normalkreis zu betrachten und deshalb dem Kreise überhaupt den Namen paut, d. i. Neuner, beizulegen.

In den fünf auf die Pyramiden und das Grabmal bezüglichen Beispielen tritt die seqt (Aehnlichkeit, Verhältniszahl) genannte Hälfte des Verhältnisses zweier an dem betreffenden Objecte abzumessender Längen, bzw. der reciproke Werth derselben, auf, welche bei den Pyramiden die Namen ucha-tebt und pir-em-us führen, während sie bei dem Grabmale senti und quai-en-haru heißen. Aus der Verschiedenheit der gebrauchten Namen muss man offenbar schließen, daß es sich in den beiden Sorten von Beispielen nicht um dieselben Linien handeln kann und demnach ist auch die von Revillout ausgesprochene Behauptung, daß überall das Verhältnis der halben Länge der Basisseite zur Höhe der Pyramide, also die Cotangente des Böschungswinkels des Objectes bestimmt wird, nicht stichhältig. Gegen dieselbe spricht überdies auch der Umstand, daß sie zu Werthen des genannten Winkels führt, welche sich von den bei allen vorhandenen Pyramiden auftretenden wesentlich unterscheiden — ist doch gar kein Grund für die Voraussetzung vorhanden, daß Ahmes, der in allen anderen Aufgaben sich strenge an die bestehenden Verhältnisse hält, gerade bei den Pyramidenberechnungen nur Objecte seiner Phantasie untersucht hat. Es dient übrigens der Revillout'schen Hypothese keineswegs zur Empfehlung, daß man sie nur dann aufrecht halten kann, wenn man annimmt, daß in einer der Aufgaben der Abschreiber Zähler und Nenner verwechselt hat. Von den gebrauchten technischen Ausdrücken bereitet nur einer, „quai-en-haru“, der Erklärung keinerlei Schwierigkeit, derselbe heißt nämlich wörtlich „Höhe des Himmels“ und kann daher nur die Höhe des Grabmales bezeichnen. Da ucha-tebt „Suchen der Fußsohle“ heißt, so kann die so genannte Linie nur

instar panis adjiciendo fermentum, sicut in pane conficiendo, et torrefac vehementius. Quae si effervuit, separa aquam dulcem et cola per qualum vel cribrum tenue. Alii vero torrefactos panes conjiciunt in ahenum aqua plenum, et coquunt paulum, cum eo tamen ne ebulliat, neque sit fervida, deinde tollunt, colant in alia vasa transfundunt, calefaciunt et seponunt.

die Seite oder die Diagonale der Grundfläche der Pyramide sein; die erstere Annahme ist aber zu verwerfen, weil sie zwei Pyramiden ergeben würde, die von den vorhandenen völlig abweichen; dazu kommt noch, daß senti, wie aus dem Papyrus hervorgeht, zweifellos die Basisseite ist. Die wortgetreue Uebersetzung von pir-em-us lautet „Hervorkommen aus dem Sägeschnitte“, und daher kann die mit diesem Namen belegte Linie, welche, wie überdies aus den in den einzelnen Beispielen angebrachten Zeichnungen hervorgeht, eine gegen die Basis geneigte Gerade ist, nur die Kante der Pyramide sein. Ist die eben auseinandergesetzte Erklärung Eisenlohr's richtig, so stellt der Seqt in den ersten vier auf Pyramiden bezüglichen Beispielen den Cosinus des Winkels vor, welchen die Kante der Pyramide mit der Diagonale der Grundfläche macht, während er in der letzten Aufgabe die Tangente des Winkels zwischen der Basisseite und der Pyramidenkante ist. Die Böschungswinkel der vier Pyramiden des Papyrus Rhind sind unter Zugrundelegung dieser Hypothese der Reihe nach $53^{\circ} 44'$, $51^{\circ} 16' 40''$, $51^{\circ} 16' 40''$, $51^{\circ} 16' 40''$, während sie bei den Pyramiden des Chufu, Chafra und Menkara bzw. $51^{\circ} 50'$, $52^{\circ} 20'$ und $51'$ betragen.

In äußerst sinnreicher Weise hat M. Cantor dargethan, daß für die beim Pyramidenbaue beschäftigten Steinmetze die Kenntnis der zwei erwähnten Verhältnisse nothwendig und hinreichend war. Bei der Erbauung der Pyramiden wurden bekanntlich zunächst verschiedene, auf einander ruhende, nach oben sich verjüngende, parallelepipedische Stockwerke angelegt und sodann die Räume zwischen den einzelnen Staffeln ausgefüllt. Hatte man zur Ausfüllung der Breitseite eines solchen Winkelraumes Steine genommen, deren Länge mit der Seite der Grundfläche des kleineren der beiden von dem Ausfüllsteine berührten Parallelepiped übereinstimmte, so brauchte man zur Bildung jeder einzelnen Ecke nur zwei weitere symmetrische Steine, von denen jeder der achte Theil einer der aufzuführenden ähnlichen Pyramide ist, deren Höhe der bezüglichen Staffelhöhe gleich ist. Da nun eine Seitenfläche dieser Achtelpyramide der an sie stoßenden Fläche des Breitseitensteines congruent ist, so kann man aus ihr allein durch die eben erwähnten Verhältniszahlen die für die Behauung der Steine nöthigen Winkel ermitteln. Gegen diesen Versuch, das Auftreten zweier verschiedener Verhältniszahlen zu erklären, spricht der allerdings nicht zu unterschätzende Umstand, daß in den Pyramidenaufgaben des Papyrus nur eines, und zwar immer dasselbe von den zwei Verhältnissen auftritt, während bei der Behandlung des Grabmales lediglich das zweite verwendet wird.

Aus der in großen Zügen gegebenen Darstellung des Inhaltes des Papyrus Rhind ersieht man deutlich, daß in diesem Manuscripte der behandelte Stoff sehr naturgemäß nach Gruppen geordnet ist, innerhalb deren gleiche oder verwandte Aufgaben stets neben einander gestellt sind, sowie, daß sowohl in der Aufeinanderfolge der Abschnitte, als auch innerhalb der einzelnen Capitel systematisch vom Leichterem zum Schwierigeren, vom Einfacheren zum Complicirteren vorgeschritten wird — so kommen, um hier nur ein Beispiel hervorzuheben, in dem Capitel über die Hau-rechnungen anfänglich Aufgaben vor, in denen nur die Unbekannte und ein Bruchtheil derselben auftritt, während erst nach Erledigung derselben zu andern übergegangen wird, in denen mehrere verschiedene Bruchtheile der Unbekannten erscheinen. Die häufige Benützung gewisser Wörter und Redensarten — offenbar behufs leichter Einprägung derselben — wie „Vorschrift zu machen“, „Anfang zu machen“, „Wenn dir gesagt ist“, „Wenn dir sagt der Schreiber“ (d. i. zweifelsohne der Vorgesetzte oder der Lehrer), „Mache, wie geschieht“, „Mache du es in gleicher Weise, wenn gesagt dir irgend etwas, wie diese Aufgabe“ u. s. f., deuten ferner darauf hin, daß der Papyrus zum Unterrichte in der Mathematik in irgend einer Beziehung stand, und aus dem Umstande, daß die verschiedenen Aufgaben desselben fast ausschließlich der Interessenssphäre der Landwirths entnommen sind, allerdings auf Grund von Verhältnissen, die nur bei Großgrundbesitzern anzutreffen sind, kann man schließen, daß das Original des Papyrus entweder für jene Unterrichtshäuser (as-bot), in denen die Feldmesser, die Verwalter des Grundbesitzes der Priesterschaft, des

Königshauses und der Großen des Reiches ihre Ausbildung erhielten, verfasst wurde oder in einem solchen entstanden ist, so daß uns also sein Inhalt den mathematischen Lehrstoff angibt, welcher — wenn ich mich dieses modernen Ausdruckes bedienen darf — an einer altägyptischen Hochschule für Bodencultur zur Behandlung gelangte. Diese Ansicht wird auch durch die Schlussworte des Manuscriptes gestützt, welche lauten: „Fange Ungeziefer, Mäuse, frisches Unkraut, zahlreiche Spinnen. Bitte Ra um Wärme, Wind, hohes Wasser.“ Daß dieses Manuscript kein Lehrbuch der Mathematik vorstellt, ist klar; denn in einem solchen könnten nicht bloß Beispiele vorkommen, sondern es müssten entweder mindestens einige Definitionen aufgestellt und auf Grund derselben Lehrsätze bewiesen werden, zu deren Erläuterung dann die Beispiele zu dienen hätten, oder doch wenigstens aus den gegebenen Aufgaben allgemeine Sätze abstrahirt werden; wir haben demnach in demselben entweder eine für Unterrichtszwecke bestimmte, systematisch geordnete Beispielsammlung oder das Aufgabenheft eines Schülers der erwähnten Lehranstalten vor uns. Wenn wir nun beachten, daß in dem Papyrus auf eine Reihe von fehlerlos gelösten Aufgaben, welche vielleicht vorgetragene Musterbeispiele sind, andere nicht im Geringsten schwierigere folgen, die von Fehlern strotzen, welche, nicht etwa wie das Vergessen eines Bruchpünktchens oder das Setzen eines solchen an eine unrichtige Stelle, dem Abschreiber Ahmes auf's Kerbholz geschrieben werden können, wenn wir uns ferner vor Augen halten, daß wiederholt neben Versehen seitlich die Verbesserungen derselben angebracht sind, wenn wir endlich berücksichtigen, daß an mit Fehlern behaftete Aufgaben sich wiederholt Uebungsrechnungen anschließen, die ganz den Charakter einer Strafaufgabe haben, so können wir nicht umhin, uns für die zuletzt ausgesprochene Eventualität zu entscheiden und demnach in dem Manuscripte des Ahmes die Abschrift der mitunter ziemlich missglückten Uebungen eines altägyptischen Schülers zu sehen, der seinem Lehrer, dem wir Universitätslehrer schon deshalb die auftretenden Fehler nicht in die Schuhe schieben können, weil wir uns auch heute energisch dagegen verwahren würden, wenn uns Jemand für Alles verantwortlich machen wollte, was in den Collegienheften unserer Hörer steht, wohl manche schwere Stunde bereitet haben wird.

Da der Teheou pei swan king (das heilige Buch der Rechnung, welches genannt ist Beobachtungsstange im Kreise) der Chinesen, welcher noch vor wenigen Decennien als das älteste mathematische Document galt, selbst wenn man den Angaben dieses Volkes Glauben schenken dürfte, nicht vor dem Jahre 1100 v. Chr. entstanden ist — die gewichtigsten Gründe sprechen übrigens dafür,

daß dieses Werk, welches in seiner heutigen Gestalt nicht älter als 700 Jahre ist, nicht vor dem Jahre 213 v. Chr. verfasst wurde — so kann nur ein Volk mit den Aegyptern bezüglich des Alters der erhaltenen mathematischen Denkmäler den Wettkampf aufnehmen, das der Babylonier am Euphrat. Der Geologe W. K. Loftus hat im Jahre 1854 bei Senkereh zwei kleine, auf beiden Seiten mit Keilschriften bedeckte, leider nicht vollständig erhaltene Thontäfelchen aufgefunden, und Rawlinson erkannte, daß das eine derselben in den auf der Vorder- und Rückseite stehenden 60 Zeilen die Quadrate (ibdi) der Zahlen von 1 bis 60 angibt, während das zweite auf der Rückseite die Kuben (badie) der ersten 32 ganzen Zahlen enthält. Was diesen Thonstückchen einen besonders hohen Werth für die Geschichte der Mathematik verleiht, ist der Umstand, daß die auf denselben stehenden Zahlen im Sexagesimalsystem geschrieben sind,*) so daß sie also die Vertrautheit der Babylonier jener Zeit mit einem auf dem Princip der Position beruhenden Zahlensysteme erweisen; leider geben sie uns über die Art der Andeutung des Fehlens von Einheiten irgend einer Stufe nicht die geringste Aufklärung. Da auf diesen Täfelchen sumerische Worte stehen, diese Sprache aber zur Zeit des Königs Saryukin schon außer Gebrauch gekommen war, so dürften sie, wie der Assyriologe Sayce hervorhebt, zwischen 2300 und 1600 v. Chr. angefertigt worden sein.

Reich und mächtig waren Künste und Wissenschaften in den alten Culturstätten am Nil und Euphrat entwickelt, als rauhe Stürme sie mit den Völkern, welche sie zur Blüthe gebracht, hinwegfegten und unter den Trümmern zerfallener Reiche für lange Zeit wenigstens begruben; denn gänzlich verschwinden können wohl Individuen und Stämme, nie aber die Wahrheiten, die sie gefunden, und die erhabenen Ideen, die sie vertreten haben, die gehören ja der Menschheit, der sie zum großen Theile erhalten werden durch diejenigen Nationen, welche an Stelle der abgestorbenen die geistige Führung der Menschheit übernehmen. Und veruschen müssen die Völkerschaften, welche die Welt nicht mehr mit neuen Ideen zu befruchten vermögen, welche der Menschheit gegeben, was sie ihr zu bieten im Stande waren — darum mussten auch jene alten Reiche untergehen, weil sie sich nie zur heutigen Cultur emporzuarbeiten vermocht hätten; die war ja nicht durch von Despotenwillkür in Bewegung gesetzte Sklaven, sondern nur durch freie Arbeiter zu schaffen, welche auf verschiedenen Bahnen ihre individuellen Bedürfnisse befriedigend, doch nur ein Ziel vor Augen haben, das Wohl der Gesamtheit, das nur erreichbar ist auf dem Boden der Freiheit und der Selbstlosigkeit.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Se. Majestät der Kaiser hat dem Architekten und Dombaumeister bei St. Stephan in Wien, Herrn Julius Hermann, das Ritterkreuz des Franz Josef-Ordens verliehen und gestattet, daß dem im Ministerium des Innern in Verwendung stehenden Ober-Baurathe Herrn Alfred Weber Ritter von Ebenhof in Anerkennung besonders verdienstlicher Leistung und erfolgreicher Mitwirkung bei der Durchführung der Etschregulirung der Ausdruck der Allerhöchsten Zufriedenheit bekanntgegeben werde.

Offene Stellen.

27. Beim Stadtbauamt in Linz kommt eine Ingenieur-Adjunctenstelle mit dem Jahresgehalte von 900 fl., Activitätszulage 200 fl., zwei Quinquennalzulagen von je 100 fl. zur Besetzung. Gesuche mit Nachweis der Studien an einer inländischen technischen Hochschule sind an die Gemeinde-Vorstehung in Linz bis 1. October 1894 zu richten.

28. Betriebsleiterstelle bei dem Elektrizitätswerke in Steyr. Gehalt nach Uebereinkommen. Caution 2000 fl. Gesuche mit Nachweis der praktischen Verwendung in der Elektrotechnik sind bis 1. October 1894 an den Verwaltungsrath zu richten.

Preisauusschreibung

für den Bau eines Bürgerschul-Gebäudes in Brenzobánya. Erster Preis 500 fl., zweiter Preis 200 fl. Pläne sammt Kostenvoranschläge sind bis 31. October 1894 beim Bürgermeisteramte der kön. Freistadt Brenzobánya zu überreichen, woselbst auch die näheren Behelfe aufliegen.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Erd- und Baumeisterarbeiten für den Neubau eines Haupt-Unrathscanals im XIII. Bezirke in der Kendler- und Parkgasse in Breitensee im Kostenbetrage von 6510 fl. 35 kr. und 600 fl. Pauschale. Am 22. September 10 Uhr beim Magistrate Wien. Vadium 5%.

2. Erd- und Baumeisterarbeiten für den Neubau eines Haupt-Unrathscanals aus Beton im XIV. Bezirke in der Hutten-, Gablenz- und Hauslabgasse im Kostenbetrage von 9765 fl. 27 kr. und 900 fl. Pauschale. Am 24. September 10 Uhr beim Magistrate Wien. Vadium 5%.

3. Lieferung und Montirung des eisernen Ueberbaues und der eisernen Geländer im ungefähren Gewichte von 120 t Martineisen

*) Auf dem ersten Täfelchen heißt es beispielsweise: 14, d. i. also $60 + 4$, ist das Quadrat von 8, auf dem andern: 1816 d. i. also $60^2 + 8 \cdot 60 + 16$ ist der Kubus von 16. Durch das Unterstreichen von 16 deute ich an, daß diese Zahl als einzifferige zu betrachten ist.

für die Ueberbrückung der Carls-gasse bei der Station Prag der Linie-Gmünd—Prag. Am 24. September 12 Uhr bei der k. k. Eisenbahnbetriebs-Direction in Prag.

4. Reconstruction der Brücke bei Furculesci im Kostenbetrage von 11.804.47 Frcs. Am 25. September beim Bautenministerium in Bukarest.

5. Bau einer Werkstätte und einer Kaserne im Gefängnisse Ocele Mare mit der Kostensumme von 62.000 Frcs. Am 27. September bei der Gefängnis-Direction in Bukarest.

6. Bau einer Infanterie-Kaserne in Tirgoveste. Am 27. September beim Kriegsministerium in Bukarest.

7. Lieferung von Eichenschwellen für das Jahr 1895. Am 30. September 12 Uhr bei der Betriebs-Direction der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft in Budapest. Vadium 50%.

8. Erbauung einer Eisenbrücke im Zuge der Oravica-Szász-kabánya-Moldovaer Straße, u. zw. der Unterbau im Kostenbetrage von 20.104 fl. 73 kr., die Eisenconstruction im Betrage von 17.022 fl. 81 kr. Am 1. October 11 Uhr beim königl. ungar. Staatsbauamte in Lugos. Vadium 50%.

9. Pflasterungsarbeiten am neuen Hafenquai in Galatz im Kostenbetrage von 51.374 Frcs. Am 5. October im Bautenministerium in Bukarest.

10. Bau einer Feuerwehr-Kaserne und eines Polizeilocales im Kostenbetrage von 184.000 Frcs. Am 8. October bei der Primarie in Bacau.

11. Straßenhebungs-Arbeiten an der Tokay—Rakamazer Straße, ferner Bau einer Straßenbrücke über die Theiß bei Tokay und zweier Inundationsbrücken. Am 16. October 12 Uhr beim kön. ungar. Handelsministerium in Budapest. Vadium 30.000 fl.

12. Errichtung einer elektrischen Central-Anlage. Am 20. October beim Bürgermeisteramte in Versecz. Vadium 5000 fl.

13. Regulirung des Pruthflusses bei Drauceni im Kostenbetrage von 234.281 Frcs. Am 25. October beim Bautenministerium in Bukarest.

14. Bau eines Districtspitales in R.-Valcea mit der Kostensumme von 98.907 Frcs. Am 27. October bei der Präfectur in Valcea.

Generalregulierungs-Plan für Wien. Der Gemeinderath hat in seiner Sitzung am 11. d. M. nach dem Referate des Stadtrathes von Neumann den Beschluss gefasst, eine stadtbauliche Abtheilung zu bilden, welcher die Aufgabe zufallen wird, gestützt auf die in den einzelnen Concurrenzplänen enthaltenen künstlerisch und praktisch verwerthbaren Ideen einen für die definitive Feststellung geeigneten Regulierungsplan anzufertigen. Für dieses Bureau, welches unter der Oberleitung des Stadtbaudirectors stehen wird, sollen ein Architekt und neun sonstige für die Herstellung der Pläne erforderliche Hilfskräfte durch den Bürgermeister bestellt werden.

Gusseisernes Pflaster neben Straßenbahngeleisen. Da die Pflasterung zu beiden Seiten des Schienenstranges in Folge erhöhter Inanspruchnahme eines besonders widerstandsfähigen Materiales bedarf, so empfiehlt Perrody für das Bettungspflaster der Straßenbahngeleise die Anwendung gusseiserner Blöcke. Dieselben sind 25 cm lang, 17.5 cm breit und 15 cm hoch; sie sind hohl, mit Cement ausgefüllt und können demnach annähernd in derselben Weise behandelt werden, wie Steinwürfel. Um dem Pferdehuf ein festes Auftreten zu sichern, sind die oberen und unteren Flächen mit Vertiefungen versehen, welche ein Netz von 5 mm hohen Quadraten aussparen. Die Blöcke können also, sobald die eine Fläche ausgefahren ist, umgelegt werden. Diese cementgefüllten Gusseisenzellen sind zwar theurer als jedes andere bisher übliche Pflasterungsmateriale, da sich der Preis eines Blockes auf 1.68 Mk. stellt, allein der Erfinder glaubt, daß diese Auslagen sich durch größere Dauerhaftigkeit bezahlt machen würden. Im Allgemeinen scheinen zwar die bisherigen Versuche mit Gusseisen als Pflasterungsmateriale wenig günstige Erfahrungen geboten zu haben; sollten aber die Gusseisenzellen Perrody's wirklich dasselbe Aneinanderschließen und Fest-

stampfen gestatten, wie Steinwürfel, so wäre die Erfindung wohl wärmstens zu begrüßen, da sich bei den bisherigen Versuchen mit anderen Gusseisensystemen eine starke Abnutzung der Blöcke nicht beobachten ließ. Daß die Pflasterungen mit Gusseisen bisher stets nach kurzen Versuchen aufgegeben wurden, hat nämlich seine Ursache namentlich in der mangelhaften Verbindung der Blöcke oder Platten untereinander; der Erfolg der Erfindung Perrody's hängt daher vollständig von der Art und Weise ab, wie bei der Legung verfahren werden kann.

(„Die Straßenb.“)

Stanserhorn-Bahn. Diese Bahn, über welche wir jüngst einige kurze Mittheilungen brachten, hatte am 17. August d. J., wie „Die Straßenbahn“ berichtet, eine harte Probe zu bestehen. In Folge eines Blitzschlages war die elektrische Stromleitung im Maschinenhause unterbrochen; der Abendzug musste deshalb mittelst Dampfbetriebes bergwärts gezogen werden. In der Nähe der Endstation Stanserhorn brach jedoch über den Zug ein überaus heftiges Unwetter mit Regen, Sturm, Blitz, Donner und Steinschlag herein, welches alle Gardinen des Wagens, dessen Decke und obere Stirnwand stark beschädigte. Der auf dem steilen Geleise am Drahtseile hängende Wagen blieb fast eine Stunde lang diesem Unwetter ausgesetzt; als es etwas nachgelassen hatte, konnte endlich der Wagen seinen Weg zur Station Stanserhorn fortsetzen, die er auch glücklich erreichte.

Eingelangte Bücher.

1773. **Statistische Nachrichten über die Eisenbahnen** der österreichisch-ungarischen Monarchie für das Betriebsjahr 1890. Bearbeitet und herausgegeben von k. k. Handelsministerium in Wien und dem königl. ungar. Landes-Bureau in Budapest. Folio. Wien 1894. Geschenk des k. k. Handelsministeriums.

4795. **Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien für das Jahr 1892.** Bearbeitet von Dr. Sedlaczek und Dr. Löwy. 80. Wien 1894. Geschenk des Herrn Bürgermeisters Dr. R. Gröbl.

6907. **Versuche über die Widerstandsfähigkeit** von Kesselwandungen. Von C. Bach. Heft 2. 40. 25 S. m. 56 Abb. u. 2 Taf. Berlin 1894. J. Springer.

4629. **Methoden und Resultate der Prüfung hydraulischer Bindemittel.** Zusammengestellt von L. Tetmajer. Heft 6. 80. 398 S. m. 9 Taf. Zürich 1893. Mk. 16.—.

7247. **Project für die Einwölbung des Wienflusses** mit Klinkersteinen. Von C. Schlimp und L. Nobis. 40. 27 S. m. 7 Taf. Wien 1894. Geschenk der Herren Verfasser.

7248. **Bericht über die Thätigkeit des k. k. Hauptmünzamtes** in den Jahren 1892 und 1893 seit Einführung der Kronenwährung. 80. 85 S. m. 3 Taf. Wien 1894. K. k. Hof- und Staatsdruckerei.

7249. **Rupture des ponts metalliques.** Étude historique et statistique par E. Elskes. 80. 33 S. m. 7 Taf. Lausanne.

7250. **Elektrische Wechselströme.** Von G. Kapp. Autor. deutsche Ausgabe von H. Kaufmann. 80. 160 S. m. Abb. Leipzig 1894. O. Leiner. Mk. 2.—.

7251. **Die Herstellung der elektrischen Glühlampe.** Von E. A. Krüger. 80. 103 S. m. 72 Abb. u. 5 Taf. Leipzig 1894. O. Leiner. Mk. 3.—.

7252. **Die Berechnung ebener und gekrümmter Behälterböden.** Von Dr. Ph. Forchheimer. 80. 23 S. m. 15 Abb. Berlin 1894. Geschenk des Herrn Verfassers.

7253. **Grundzüge der Wasserversorgung in Städten und ländlichen Ortschaften.** Von Dr. Schiller. 80. 12 S. Frankfurt 1894.

7254. **Zur Frage der elektrischen Straßenbahnen.** Von C. Krüger. 80. 28 S. Hannover 1894.

7255. **Das Potential der inneren Kräfte** und die Beziehungen zwischen den Deformationen und den Spannungen in elastisch isotropen Körpern. Von Dr. J. Finger. 80. 1. u. 2. Th. Wien 1894. Geschenk des Herrn Verfassers.

7256. **Erfahrungen im Bau und Betriebe von Zahnradbahnen.** Von A. Schneider. 80. 41 S. u. 23 Abb. u. 4 Taf. Berlin 1894. Geschenk des Herrn Verfassers.

7257. **Die geometrische Theilung des Winkels.** Von M. Koenig. 80. 32 S. m. 2 Taf. Berlin 1894. H. Siemens. Mk. 2.—.

7258. **Festigkeits-Tabellen für Flach- und Rundstäbe.** Von Ph. Reclus. 80. 2 Hefte. Straßburg 1894. Mk. 4.—.

INHALT. Die neue Donaubrücke bei Gran. Von Prof. J. Melan. — Das älteste Aufgabenheft. Vortrag, gehalten in der Vollversammlung am 14. April 1894 von Prof. Dr. L. Gegenbauer. (Schluss.) — Vermischtes. Eingelangte Bücher.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Kortz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

DIE DONAUBRÜCKE BEI GRAN

Fig. 1. Längenschnitt. 1:200.

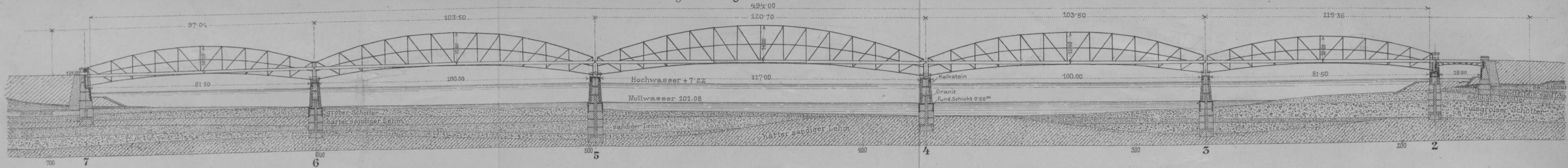


Fig. 2. Querträger. 1:30.

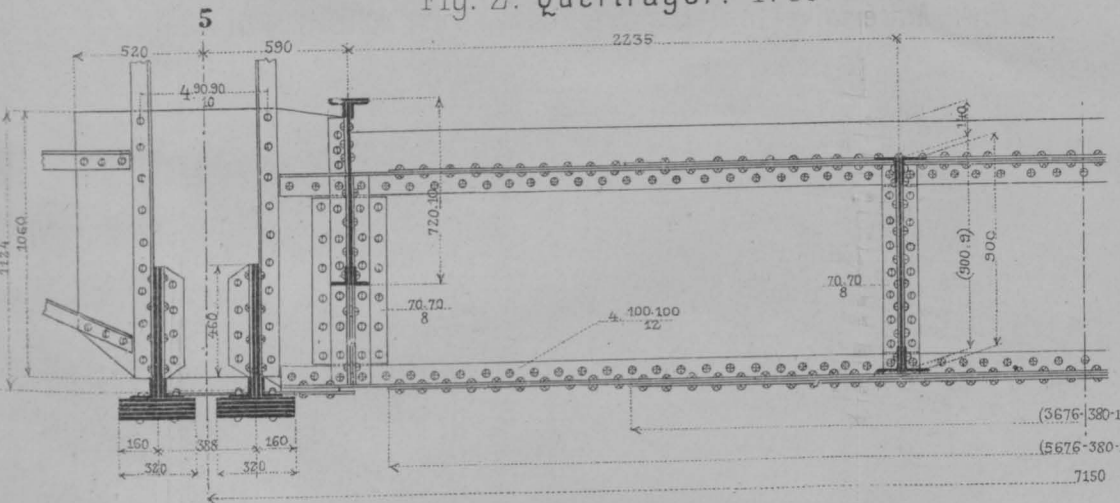


Fig. 3. Querschnitt am Ende. 1:60.

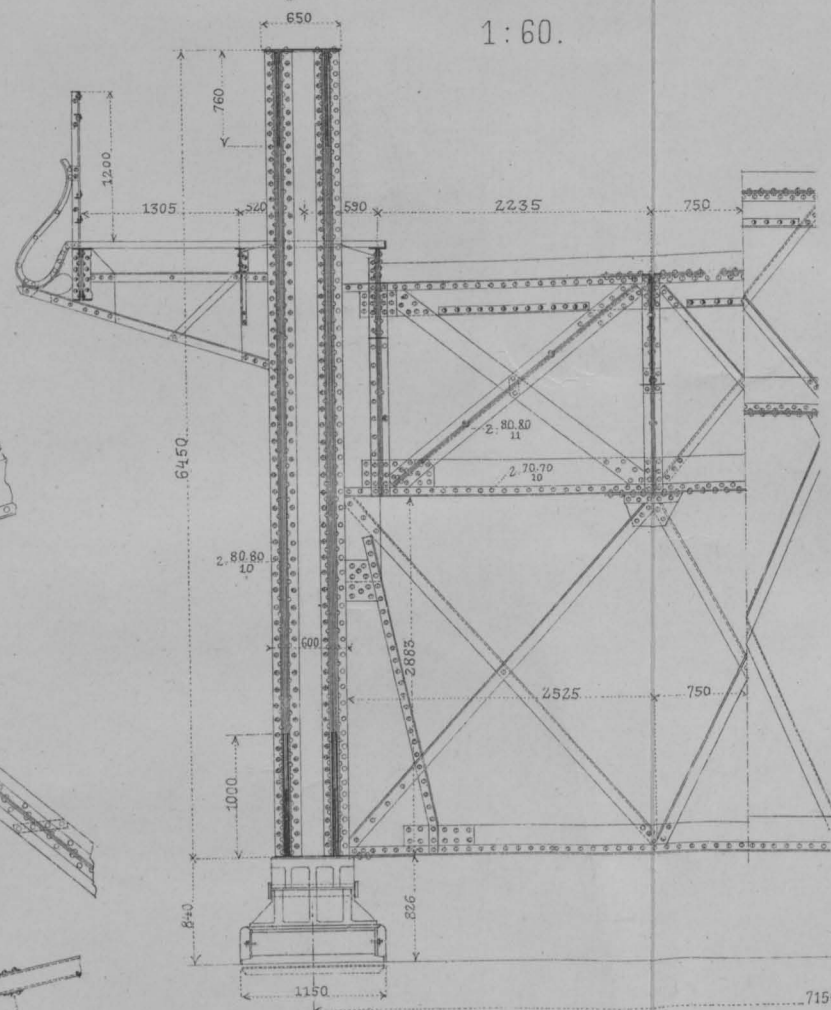


Fig. 4. Materialvertheilung des Trägers von 102.0 m Stützweite.

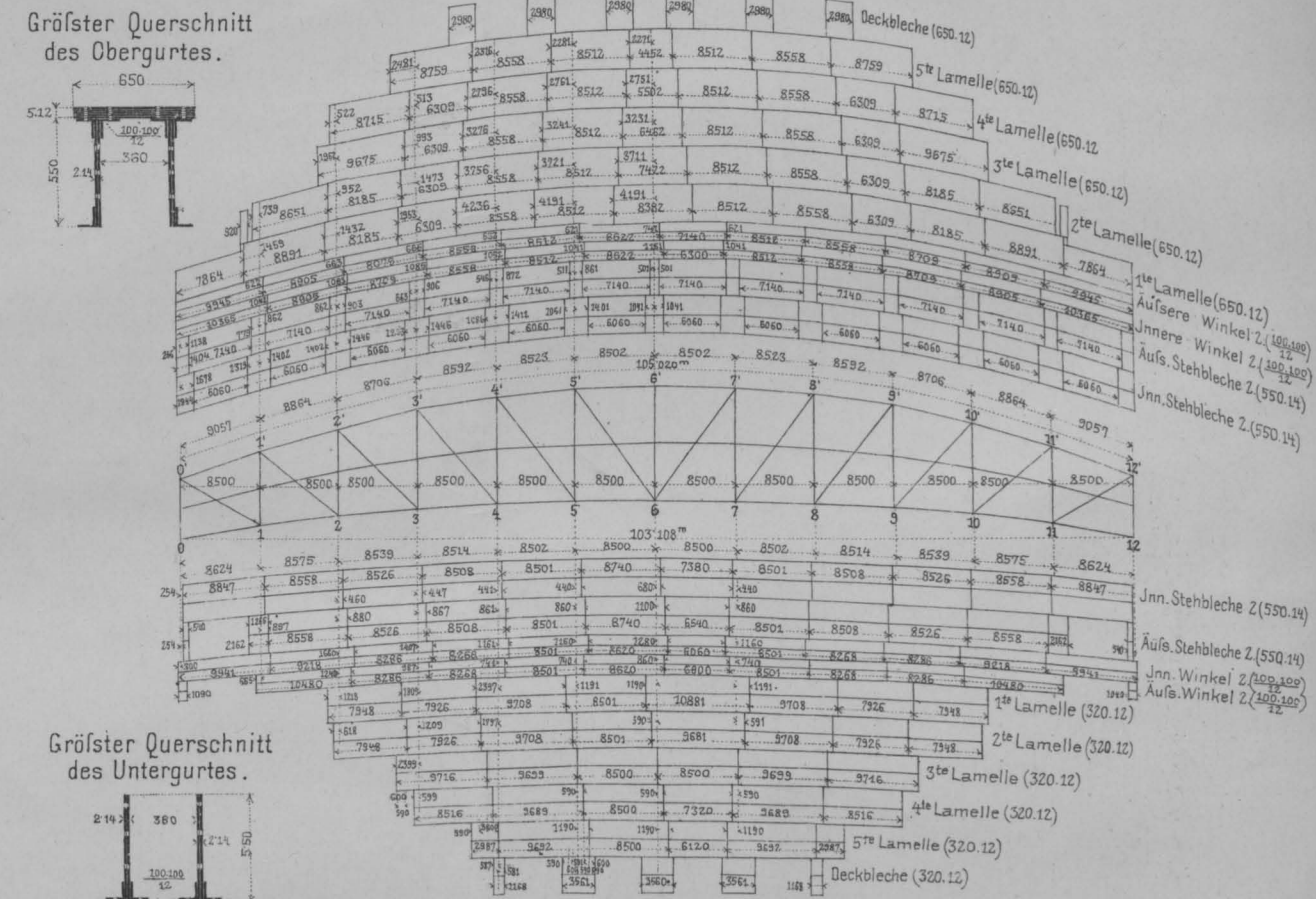


Fig. 5. Detail des Hauptträgers. Stützweite = 102.0 m. 1:60.

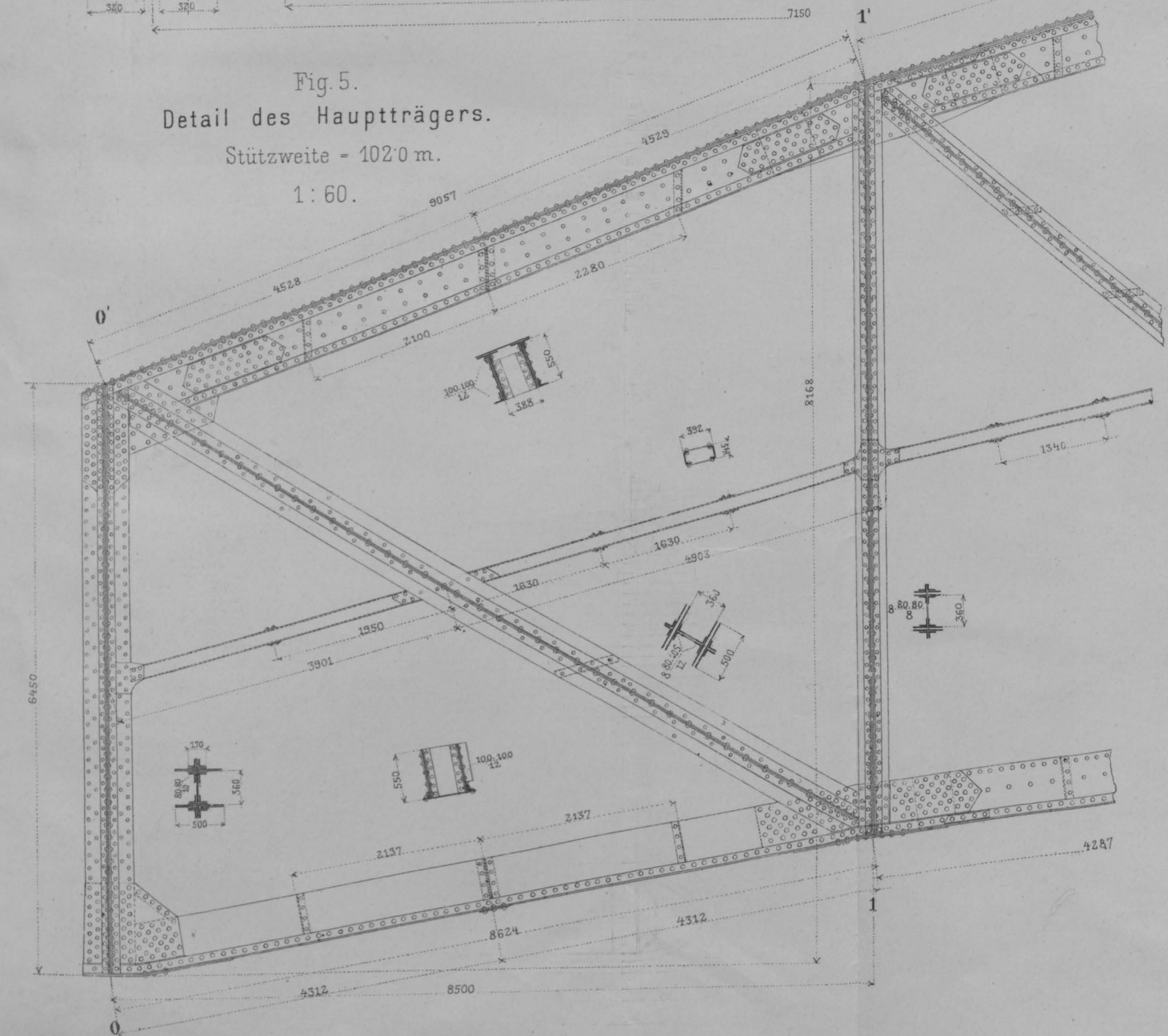


Fig. 6. Landpfeiler. 1:270.

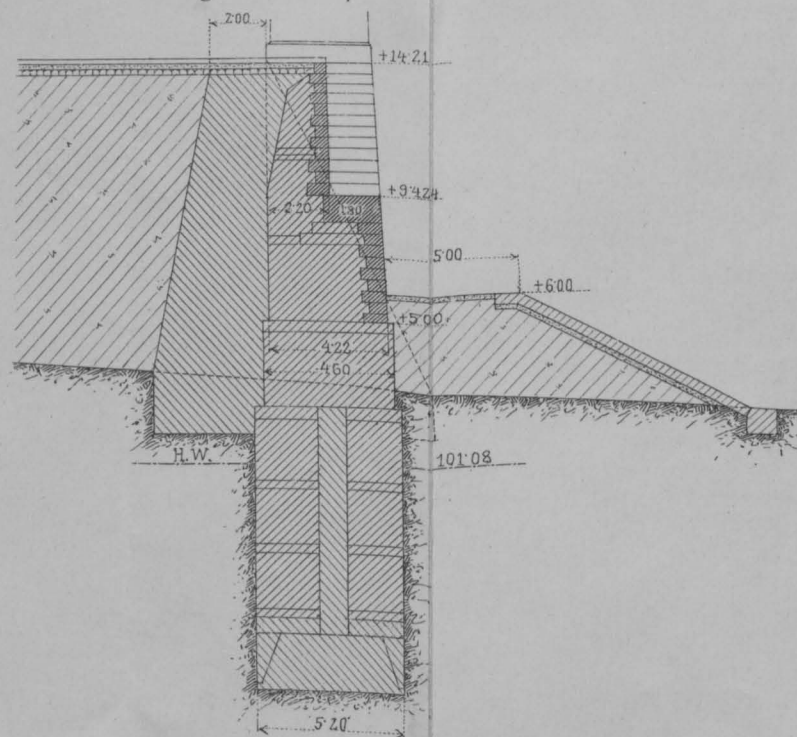
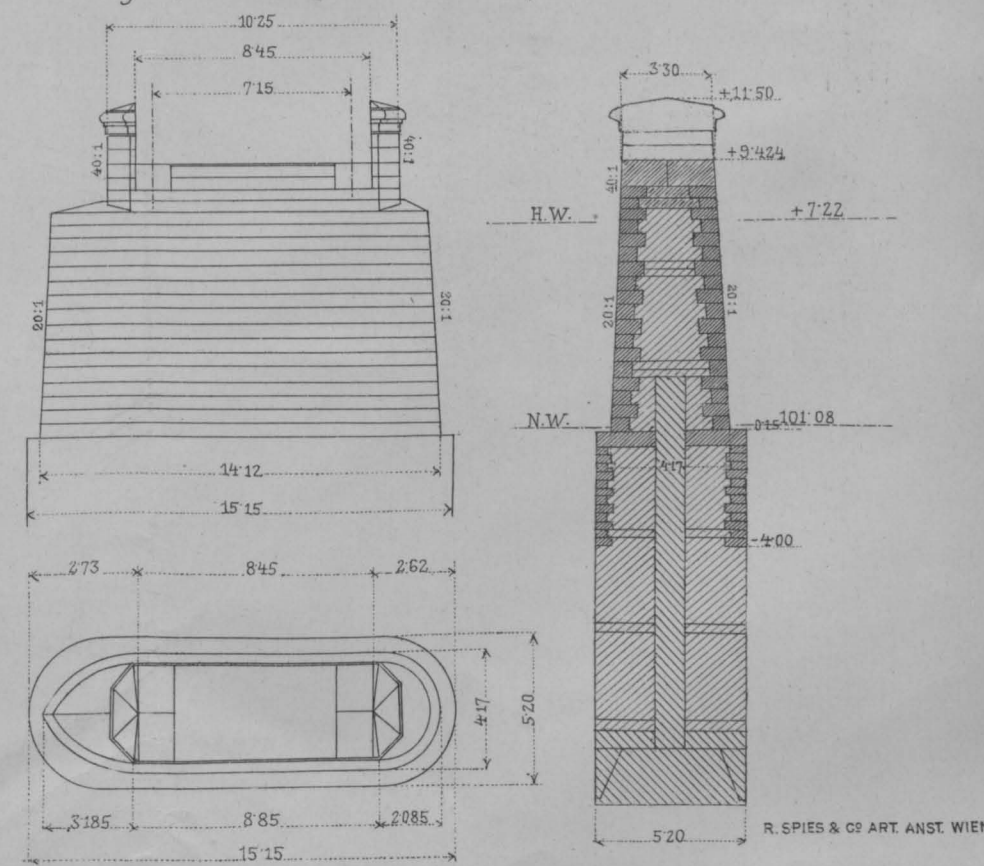


Fig. 7. Detail des 3. u. 6. Strompfeilers. 1:270.



ZEITSCHRIFT DES OESTERR. INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

XLVI. Jahrgang.

Wien, Freitag den 28. September 1894.

Nr. 39.

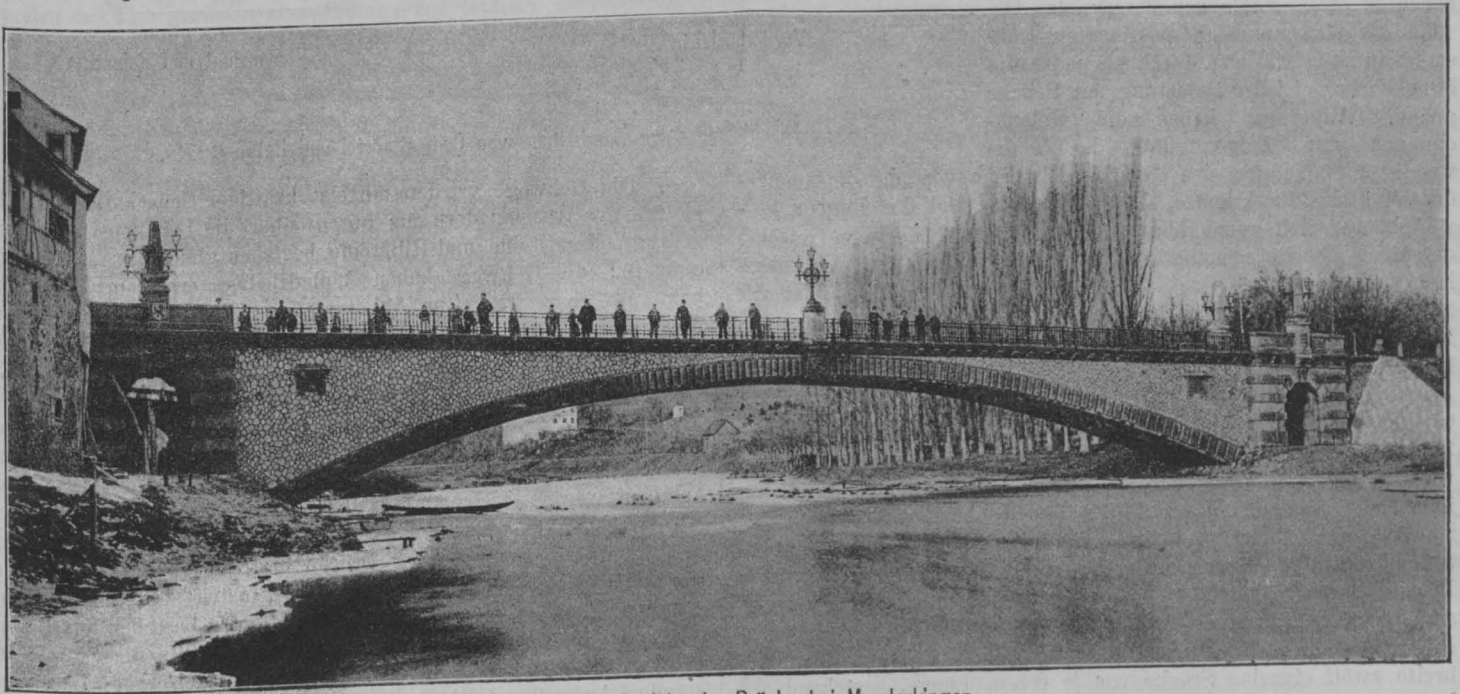
Betonbrücke über die Donau bei Munderkingen.

Mitgetheilt vom Abtheilungs-Ingenieur Reihling in Stuttgart.

(Hiezu Tafel XVII.)

Bei der Stadt Munderkingen in Württemberg ist im Jahre 1893 an Stelle der schadhaft gewordenen hölzernen Straßenbrücke über die Donau nach dem Entwurf des Vorstandes der königl. Ministerial-Abtheilung für den Straßen- und Wasserbau, Präsident v. Leibbrand in Stuttgart, eine Bogenbrücke aus Beton hergestellt worden, welche ihrer Kühnheit und eigenartigen Construction wegen allgemeines Interesse, insbesondere in Fachkreisen, erregt hat. Diese Brücke überspannt den Fluss mit einem Bogen von 50 m sichtbarer Weite und 5 m Pfeilhöhe; im Scheitel und in den Kämpfern des Gewölbes befinden sich Gelenkeinlagen.

in München über die Festigkeit und Zusammendrückbarkeit von Betonkörpern aus verschiedenen Materialien und mit verschiedenen Mischungen angestellt wurden, ergaben, daß unter sonst gleichen Verhältnissen Schotterbeton eine wesentlich höhere Festigkeit aufweist als Kiesbeton und daß der größeren Druckfestigkeit des ersteren eine kleinere Zusammendrückung entspricht. Die Ergebnisse von Versuchen, welche schon im Jahre 1890 im Bauschinger'schen Laboratorium auf Veranlassung der königl. Ministerial-Abtheilung für den Straßen- und Wasserbau mit Buntsandstein, Cementmörtel und mit Mauerwerkskörpern aus beiden



Perspectivische Ansicht der Brücke bei Munderkingen.

Die Wahl eines Bogens lag um so näher, als bei einer Brücke mit zwei Oeffnungen der Mittelpfeiler bis 6.1 m unter Wasser auf Felsen hätte gegründet werden müssen, was mit Schwierigkeiten und hohen Kosten verbunden gewesen wäre; dieselbe stützte sich außerdem auf die wohl gelungenen Ausführungen weitgespannter Steinbrücken im württembergischen Schwarzwald nach den v. Leibbrand'schen Entwürfen.

Für die Gründung der neuen Brücke auf der Stadtseite bot der dort zu Tage stehende Jurafelsen die denkbar günstigsten Verhältnisse; bei dem linken Widerlager dagegen wählte man wegen der tiefen Lage des Felsens an dieser Stelle unter Wasser eine Pfahlfundation und gab dem Fundament eine große Ausdehnung, um den Druck auf den Kiesgrund und die Pfähle thunlichst zu ermäßigen.

Das Vorhandensein schönen, der Juraformation entstammenden Kiesel und Sandes, sowie die Nähe der vorzüglichen Fabrikate liefernden oberschwäbischen Cementfabriken in Ehingen, Blaubeuren u. s. w. legte es nahe, als hauptsächlichstes Baumaterial für die Brücke Beton zu wählen. Versuche, die zuvor in dem mechanisch-technischen Laboratorium der technischen Hochschule

angestellt wurden, weisen ferner darauf hin, daß Betonbrücken den Quaderbrücken bezüglich der Zusammendrückung des Bogens und daher auch bezüglich der Scheitelsenkungen überlegen sind. Es wurde deshalb für das Brückengewölbe Beton aus völlig reinem Schotter von Jurakalksteinen und groben Kieseln mit 4 cm Korngröße, die beide in einer Steinquetschmaschine zerkleinert wurden, verwendet. Die Portlandcement-Lieferung wurde dem Cementwerk Ehingen-Blaubeuren übertragen und für das Gewölbe besonders feine Mahlung verlangt. Jede angelieferte Wagenladung wurde auf Raumbeständigkeit, Feinheit der Mahlung und Zugfestigkeit untersucht. Die Herstellung des Betons erfolgte in einer von einer Locomobile betriebenen Mischtrommel, welche aus einem um eine horizontale Achse drehbaren Eisenblechcylinder von 1.50 m Durchmesser und 1.00 m Länge besteht; in dem Cylinder befinden sich 40 Stahlkugeln von je 12 cm Durchmesser und etwa 300 kg Gewicht. Durch eine am Umfang der Trommel angebrachte, mittelst einer Blechklappe verschließbaren Oeffnung erfolgt das Einfüllen der Betonmaterialien und das Ausleeren des fertigen Betons; ein Rost, dessen Stäbe nur 11 cm lichten Abstand haben, verhindert das Durchfallen der Kugeln. Die Trommel wird durch

geben. Die Stirnen der Gewölbe mussten vollständig mit gehobelten Brettern eingeschalt werden, auf welche keilförmig verjüngte Hölzer aufgenagelt wurden, um die Abfasung des Bogens und die Bosseneintheilung desselben zu erhalten. Vor dem Beginn des Wölbens ist das Lehrgerüste im Scheitel mit Kies und Eisenwerk im Gesamtgewicht von 25 t belastet worden. In Längen von 1—1.5 m, der Bogenlinie nach gemessen, wurden nun winkeltrecht auf die Bogenleibung Dielwände auf Gewölbdicke aufgestellt, die nach dem englischen Fugenschnitt gerichtet und in drei Absätzen der Breite der Brücke nach abgetreppt waren. Das Ausbetoniren erfolgte in Schichten von 30 cm Höhe. Die eisernen Kämpfergelenke wurden ebenfalls, dem englischen Fugenschnitt des schrägen Brückengewölbes entsprechend, treppenförmig in je 10 cm Abstand versetzt; alsdann wurde mit dem Betoniren an den Kämpfern begonnen und abwechselungsweise auf der einen und andern Seite des Bogens gegen dessen Mitte bis auf je 8 m von den Kämpfern aus weiter betonirt. Hierauf führte man die Wölbung in der Nähe des Scheitels und dann erst die der frei gelassenen Bogenstücke aus; 19 Tage nach Beginn des Wölbens konnten die Scheitelgelenke einbetonirt werden; dieselben wurden auf mit Eisen beschlagene Hölzer der Schalung aufgestellt und mit eisernen Keilen genau in die richtige Lage gebracht. Zehn Tage nach dem Gewölbeschluss wurde das Gewölbe im Scheitel um 30 mm gesenkt, um ein Auftreiben desselben durch etwaiges Aufquellen des Lehrgerüsts zu verhüten; das letztere wurde übrigens während des Wölbens durch Anspritzen gleichmäßig feucht erhalten. 28 Tage nach dem Gewölbeschluss wurde der Bogen ausgeschalt. Mit dem Aufführen der Stirnmauern und der Mauern zwischen den Entlastungsräumen ist schon nach dem ersten Senken des Scheitels begonnen worden. Nachdem der Bogen zur Ruhe gekommen war, wurden die eisernen Gelenke mit Cementmörtel in der Mischung 1 Cement : 2 Sand auf das Sorgfältigste ausgefüllt, um sie unversehrt zu erhalten und vor Rost zu schützen. Bei sorgfältiger Aufsicht und Ueberwachung könnten die Gelenke recht wohl auch frei bleiben. An der Druckvertheilung im Gewölbe wird die Füllung und Umhüllung der Gelenke mit Cementmörtel nichts ändern, denn die zuvor schon vorhandene Uebertragung des Drucks auf die Gelenke wird nicht von der lose eingebrachten Mörtelfüllung aufgenommen. Die Senkung des Gewölbscheitels hat unmittelbar nach dem Ausschalen nach Abzug der durch das Zusammendrücken des Lehrgerüsts während des Wölbens entstandenen Senkung 66 mm, die Gesamtsenkung nach längerer Beobachtungszeit 116 mm betragen; die Lehrbögen waren von Anfang an um 120 mm überhöht, welches Maß aus der Senkung des linken Widerlagers in Folge der Zusammenpressung der Pfähle und aus der Zusammendrückung der Betonfundamente und des

Betonbogens vorausberechnet war. An dem linksseitigen Widerlager sind Horizontalbewegungen nach dem Ausschalen von 2 bis 6.5 mm, Verticalsenkungen von 3.5—4 mm, am rechten Widerlager dagegen Horizontalverschiebungen bis 3.6 mm und Senkungen bis 2 mm beobachtet worden.

Zu den Stirnen des Gewölbes, zu den Bossenquaderschichten der Seitendurchlässe, zu den Consoleschichten und Deckquadern wurde röthlich gefärbter Cement im Ton des bunten Sandsteins, zu den Brüstungen und glatten Schichten der Seitendurchlässe schwach grünlich gefärbter Cement verwendet. Die Bossen sind mit Hammer und Schlageisen nachgearbeitet worden. Die Herstellung der Cementquader geschah in Holzformen, die durch Schrauben lösbar waren und auf ihrer Innenseite mit Leinöl bestrichen wurden. Die sichtbaren Flächen der Quader erhielten eine 2—3 cm dicke Lage sehr trockenen Mörtels, der aus einem Theil Farbcement und zwei Theilen Sand von gleichartiger Korngröße bestand; dieser Mörtel wurde sorgfältig mit einem breiten Hammer an die Wandungen der Form angeschlagen und der Kern mit Beton im Mischungsverhältnis 1 Cement : 2 Sand : 3 Kies eingefüllt. Nach 24 Stunden wurden die Holzformen abgenommen und die Cementquader auf einer Sandunterlage der Erhärtung überlassen. Die Herstellungskosten betrugen 15—30 Mk. pro 1 m³ für Handarbeit.

Nach siebenmonatlicher Bauzeit konnte die Brücke dem Verkehr übergeben werden; sie hat sich seither tadellos gehalten.

Die Baukosten betrugen für die:

Gründungsarbeiten	14.000 Mk.
Lehrgerüste	7.100 „
Aufbau der Brücke	40.400 „
Bauaufsicht und insgemein	9.500 „
zusammen	71.000 Mk.

Es kostet sonach 1 m² Verkehrsfläche bei 50 m sichtbarer Spannweite und 8 m Breite zwischen den Geländern 177 Mk. Das schmiedeeiserne Brückengeländer wiegt 68.5 kg und kostet 34 Mk. auf 1 m. Der Aufwand für die Brücke einschließlich des Straßenbaues betrug im Ganzen 90.000 Mk.

Die Brücke ist entworfen von Präsident v. Leibbrand in Stuttgart, welcher auch mit Oberbaurath Euting die Oberleitung des Baues führte; die unmittelbare Bauleitung war Straßenbau-Inspector Braun in Ehingen übertragen und die Bauaufsicht lag erst Abtheilungs-Ingenieur Schwyer in Ulm, hernach dem Werkmeister Schmid in Ehingen ob; Bauunternehmer war Werkmeister Max Buck in Ehingen.

Stuttgart, Juni 1894.

Die Anwendung comprimierter Luft für den Betrieb auf Straßenbahnen.

Die „Compagnie générale des Omnibus“ in Paris vollendet soeben — nach Mittheilung der „Annales industrielles“ — die Arbeiten für die Einrichtung des Betriebes mit comprimierter Luft nach System Mekarski auf den drei Hauptlinien ihres Tramwaynetzes: Louvre—Saint Cloud auf den drei Hauptlinien ihres Tramwaynetzes: Louvre—Saint Cloud (10.135 km), Louvre—Sèvres—Versailles (19 km) und Cours de Vincennes—Saint Augustin (9.140 km). Der Betrieb auf den beiden ersteren Linien wird auf folgende Weise bewirkt: Die Züge, welche aus drei gedeckten Imperialwagen zu je 51 Sitzplätzen bestehen, verkehren vom Louvre bis Porte du Point du jour; hier wird der Zug getheilt, und zwar geht ein Wagen nach Saint Cloud, zwei Wagen verkehren nach Sèvres und Versailles; von letzteren bleibt einer in Sèvres zurück. Zwischen zwei Zügen nach Versailles wird ein Zug mit zwei Wagen, welcher bis Saint Cloud verkehrt, eingeschaltet. Der gesammte Zugsdienst auf den in Rede stehenden Linien wird durch 23 eigens hiezu construirten Locomotiven besorgt, deren Reservoir mit comprimierter Luft bis zu einem Druck von 80 kg/cm² gefüllt werden können. Diese Locomotiven haben drei gekuppelte Achsen und ein Dienstgewicht von 18 t, besitzen also eine genügende Adhäsion, um zwei, selbst drei besetzte Wagen mit dem Gewichte von je 8 t auf der Linie nach Sèvres, welche Steigungen von 43‰ aufweist, zu befördern. Die Speisung der Locomotiven mit com-

primierter Luft erfolgt von der bei Boulogne-sur-Seine errichteten Betriebsstation aus. Durch zwei Rohrleitungen mit je einem inneren Durchmesser von 60 mm wird die comprimerte Luft einerseits zu der an der Straße liegenden Station Porte du Point du jour, wo die Abzweigung sich befindet, und andererseits nach der Station Sèvres geleitet; erstere ist 2.1 km, letztere 4.2 km von der Betriebsstation entfernt. Die Gesellschaft beschafft für je 28 Pferde eine Locomotive und wird hiemit in Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der letzteren ihr volles Auskommen finden. Der Preis einer Locomotive beträgt 35.000 Frs. und entspricht auch dem Anschaffungspreis der von ihr ersetzten Pferde. Die Betriebsstation in Boulogne umfasst vorläufig sieben Compressoren von 140 HP und mit 140 Umdrehungen, sowie acht Kessel von 120 m² Heizfläche; für eine achte Maschine und einen neunten Kessel sind die nothwendigen Räume reservirt. Die Regulirung der Compressions-Maschinen erfolgt durch Accumulatoren von 10 m³ Inhalt, deren Reservoir auf 100 Atm. Druck erprobt sind. Den täglichen Kohlenverbrauch schätzt man auf 13—14 t, was einer täglichen Ausgabe von ca. 300 Frs. entspricht, welcher die Kosten der gegenwärtigen Verpflegung von 500 Pferden gegenüberstehen. Man hofft, daß die gesammten Betriebskosten 0.27 Frs. per Wagenkilometer nicht überschreiten werden.

Der Verkehr auf der Linie von Cours de Vincennes nach Saint Augustin, für welchen beim Pferdebetrieb ein Stand von 400–500 Pferden benötigt wurde, wird durch 24 automobile Wagen mit offenem Imperiale und 51 Sitzplätzen bewerkstelligt. Die Anschaffungskosten der Wagen werden, wie jene der Locomotiven, bei den oben erwähnten Linien dem Werthe der bisher in Verwendung gestandenen Pferde sammt Ausrüstung entsprechen. Da auf dieser Strecke sehr starke Steigungen vorkommen, so war für die Speisung der automobilen Wagen mit comprimierter Luft die Errichtung zweier Betriebsstationen nothwendig, wovon eine bei der Remise in der Straße von Lagny, die andere bei der Remise nächst dem Platze von La Vilette angelegt wurde. Die erstere Station

umfasst drei Compressoren und vier Kessel mit je 90 m² Heizfläche, die letztere vier Compressoren und fünf Kessel mit je 105 m² Heizfläche. Diese Compressoren bieten dieselbe Leistung wie jene in der Station Boulogne. Der tägliche Kohlenverbrauch für den Betrieb auf der Linie Cours de Vincennes nach Saint Augustin wird, wenn sämtliche Züge mit zwei Wagen verkehren, voraussichtlich ebenfalls 13–14 t betragen. Die Betriebskosten dieser Linie werden wegen des ungünstigen Längenprofils zu 0.42 Frs. pro Kilometer für jeden automobilen Wagen und zu 0.10 Frs. für jeden weiteren Beiwagen, also im Mittel zu 0.26 Frs. für jeden Wagen eines aus zwei Fahrzeugen bestehenden Zuges geschätzt.
a. b.

Berichte aus anderen Fachvereinen.

XXXIV. Jahresversammlung des deutschen Vereines von Gas- und Wasserfachmännern zu Karlsruhe.

Die diesjährige Versammlung des deutschen Vereines von Gas- und Wasserfachmännern fand am 19., 20. und 21. Juni in Karlsruhe statt. Die erste Sitzung wurde am 19. Juni in der Festhalle des Stadtgartens in Gegenwart des Regierungsvertreters, des Ober-Bürgermeisters und des Rectors der technischen Hochschule eröffnet. Den ersten Punkt der Tagesordnung bildeten die Berichte der Herren Prof. Dr. Bunte und General-Director v. Oechelhäuser über die Verhältnisse der Gasindustrie in Nordamerika. Dr. Bunte behandelte den chemisch-technischen Theil des Referates, wogegen v. Oechelhäuser sich auf den wirthschaftlich-technischen Theil beschränkte. Beide Redner schilderten die außerordentlich reichen Quellen des Landes an Rohpetroleum und Naturgas, die großen Unternehmungen, welche zum Transporte dieser Producte in's Leben gerufen wurden, die bedeutenden Wassergas-Anstalten, und gaben die Gründe an, warum sich die amerikanische Gasindustrie in anderer Weise entwickelte als in Europa, insbesondere, warum das Wassergas in der neuen Welt so sehr an Verbreitung gewonnen habe. Die Hauptgründe dieser Erscheinung liegen theils in der Fülle der vorhandenen Carburationsmittel (Erdöl), theils in der Einfachheit der Wassergas-Erzeugung selbst, welche bei der Kostspieligkeit der menschlichen Arbeitskräfte ausschlaggebend ist.

General-Director v. Oechelhäuser besprach ferner die amerikanischen Gasanstalten vom Standpunkte der Licht-, Wärme- und Kraftlieferung. Hinsichtlich der Lichtlieferung werde noch an dem Gase mit großem Leuchtwerthe festgehalten, da das Gasglühlicht in Amerika bisher noch nicht festen Fuß gefasst habe. Als Wärmequelle werde sowohl Naturgas wie auch künstliches Gas in großem Maße verwendet, dessenungeachtet sei nicht daran zu denken, daß die gesammte Wärmelieferung centralisirt werden könnte, weil die Vertheilungskosten des Gases stark in's Gewicht fallen. Zur Kraftherzeugung werde vom Gase bisher noch wenig Gebrauch gemacht, da der Gasmotorenbau in Amerika noch weit zurück sei. Während in Deutschland auf 900 Einwohner ein Gasmotor komme, entfällt in Nordamerika ein Gasmotor auf 7000 Einwohner. Die finanzielle Lage der amerikanischen Gasanstalten sei befriedigend, die Rentabilität derselben sei durchschnittlich 6% und im Allgemeinen höher als die der Elektrizitätswerke.

Hierauf folgte ein Vortrag von Prof. Pfeifer aus Braunschweig „über Gasbehälter“. Redner besprach die in neuerer Zeit mit den größten in England und Amerika ausgeführten Gasbehältern gemachten Erfahrungen und entwickelte daraus die Grundsätze für den Bau neuer Behälter. Er lenkte die Aufmerksamkeit insbesondere auf den großen Behälter zu East Greenwich, welcher mit seinem Fassungsraume von 345.000 m³ als der größte Behälter der Gegenwart gilt, und führte außerdem noch eine Reihe großer Behälter in Photographien und Constructions-Zeichnungen vor.

Eine verdienstliche Arbeit lieferte Dr. Rasch, Docent an der Karlsruher technischen Hochschule, mit seiner „Statistik über die Verbreitung des elektrischen Lichtes im Versorgungsgebiete deutscher Gasanstalten und einiger Städte des Auslandes“. Diese Tabellen umfassen 515 Städte und Ortschaften und geben Aufschluss über 4622 elektrische Einzelanlagen und 33 Centralen mit zusammen 51.349 Bogen- und 1.120.584

Den letzten Gegenstand des ersten Sitzungstages bildeten die Mittheilungen des Directors Dr. E. Schilling „Ueber den gegenwärtigen Stand der Carburirung des Steinkohlengases“. Die auf der Münchener Gasanstalt vorgenommenen Versuche mit der Carburirung des Steinkohlengases mittelst Benzol haben derart günstige Erfolge gehabt, daß die Carburirung des Gases an Stelle der bisherigen Verwendung von leuchtkräftigen Zusatzkohlen auf den Münchener Werken vollständig eingeführt worden sei. Die Vortheile der Carburirung liegen vornehmlich darin, daß mit Hilfe derselben die gewünschte Leuchtkraft des Gases unabhängig von den jeweiligen Betriebsverhältnissen erzielt werden kann. Auch könne die Carburirung beim Austritte des Gases aus dem Behälter vorgenommen werden, wodurch man es in der Hand habe, bei Tag nicht carburirtes und Abends carburirtes Gas zu liefern.

Der zweite Sitzungstag war ausschließlich den Gegenständen des Wasserfaches gewidmet, unter welchen nachstehende Vorträge Erwähnung finden mögen: „Die ländliche Wasserversorgung in Baden“ von Ober-Baurath Drach in Karlsruhe, „Wasserversorgung amerikanischer Städte“ von Reg.-Baumeister A. v. Ihering-Aachen. Die wichtige Frage über Einrichtung und Betrieb der Sandfilter und die betreffenden Verhandlungen der Filtertechniker mit dem Reichs-Gesundheitsamte behandelte Director Fischer aus Worms. Baurath Lindley aus Frankfurt a. M. beantragte die Einsetzung einer Commission zur Feststellung einiger Normalbestimmungen für Wassermesser. Director Wellmann aus Charlottenburg erläuterte die Beseitigung des Eisengehaltes im Grundwasser.

Am dritten Sitzungstage machte der Director der deutschen Gasglühlicht-Gesellschaft, Herr Krüger, einige Mittheilungen über Verbesserungen an dem Auer'schen Glühlicht. Einen interessanten und beifällig aufgenommenen Vortrag hielt Dr. H. Strache aus Wien über Beleuchtung mit nicht carburirtem Wassergase; er unterstützte seine Ausführungen mit Demonstrationen. Mit Hinweis auf den im Vorjahre im Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereine gehaltenen Vortrag über diesen Gegenstand wäre hier zu erwähnen, daß Redner diesmal den Schwerpunkt auf die seinen Bemühungen gelungene Entfernung des Eisens im Wassergase legte, worin ein wesentlicher Fortschritt deshalb zu erblicken ist, weil die Glühkörper im eisenfreien Wassergase eine viel längere Brenndauer besitzen, als im eisenhaltigen.

Namens der physikalisch-technischen Reichsanstalt zu Berlin berichtete Dr. Brodhun über die Verhandlungen auf dem Elektrotechniker-Congress zu Chicago vom Jahre 1893 über die Einführung einer internationalen Lichteinheit, welche Verhandlungen bisher zu keinem positiven Ergebnisse geführt haben. Director Wunder aus Leipzig, Körting aus Hannover und Dr. E. Schilling aus München berichteten namens der Gasheizungs-Commission über die Bemühungen derselben, die Verwendung des Gases zum Kochen und Heizen zu verallgemeinern, ferner über Backversuche mit verschiedenen Gasherd-Constructions, sowie über Gasheizung in Schulen. Im Vorjahre wurden in Karlsruhe, sowie in München Versuche mit der Gasheizung in Schulen angestellt. Dieselben fielen sehr befriedigend aus und werden im laufenden Jahre in größerem Maßstabe fortgesetzt werden.

Nachdem noch Director Fischer aus Berlin für die Gasmesser-Commission seinen Bericht erstattet hatte, wurde zur Erledigung

der Vereins-Angelegenheiten übergegangen. Hier ist zu erwähnen, daß zum Vorsitzenden für das laufende Vereinsjahr Director W u n d e r aus Leipzig gewählt wurde. Die nächste Jahresversammlung wird zufolge Vereinsbeschlusses in Köln stattfinden.

Die stets mit der Jahresversammlung des Vereins verbundene Fachausstellung bot diesmal durch Reichhaltigkeit namentlich in der Richtung der Verwendung des Gases zu Heizzwecken lebhaftes Interesse. Außer den zahlreichen und theils luxuriös ausgestatteten Kochherden, Zimmeröfen, Kaminen, Gasbadeöfen etc. zogen verschiedene Latern-constructionen für Straßenbeleuchtung mit Auerlicht die Aufmerksamkeit auf sich. Unter den ausgestellten Gasmess-Apparaten sind als Neuerungen zu bezeichnen: Die Gasmesser von Elster in Berlin mit Geld-

zählwerk, welche zur größeren Bequemlichkeit den für das verbrauchte Gas entfallenden Betrag direct in Mark und Pfennig angeben, sowie die von einer Stuttgarter Firma erzeugten Vorauszahlungs-Gasmesser, bei welchen sich durch das Einwerfen eines Geldstückes der Gashahn öffnet, die entsprechende Gasmenge durchläßt und sich hierauf wieder selbstthätig schließt.

Zum Schlusse muss noch hervorgehoben werden, daß der Karlsruher Ortsausschuss sein Möglichstes that, um den Gästen sowohl durch fachwissenschaftliche Excursionen, wie auch durch Ausflüge in die lieblichen Thäler des Schwarzwaldes neue Anregungen und Genuss in Fülle zu bereiten.

K l o s e.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Se. Majestät der Kaiser hat den Ober-Ingenieur der Firma R. Ph. W a a g n e r in Wien, Herrn Paul Neumann, zum ordentl. Professor der Baumechanik, der Bauconstructionslehre und der graphischen Statik an der technischen Hochschule in Brünn ernannt.

Der Stadtrath von Wien hat im Status des Stadtbauamtes die Herren: Johann Muttenthaler zum Baurath, Josef Pürzl zum Ober-Ingenieur, Carl Ebenheh zum Ingenieur und Alois Brauneis zum Ingenieur-Adjuncten I. Cl. ernannt.

Offene Stellen.

29. Beim Staatsbadienste für Krain gelangen drei Bauadjunctenstellen mit den Bezügen der X. Rangklasse und zwei Baupraktikantenstellen mit dem Adjutum von 600 fl. bzw. 500 fl. zur Besetzung. Gesuche mit dem Nachweise der abgelegten Staatsprüfungen sowie Kenntniss beider Landessprachen sind bis zum 10. October 1894 beim k. k. Landespräsidium für Krain in Laibach einzubringen.

30. Bei der k. u. k. Kriegsmarine ist die Stelle eines Assistenten für Chemie, mit einem Jahresgehalte von 1000 fl., einer Quinquennalzulage von jährlich 80 fl. bis zum Maximal-Gagesatze von 1400 fl. dem Quartiergelde sammt Möbelzins der X. Rangklasse und dem Vorrückungsrechte in die IX. Rangklasse zu besetzen. Bewerber, welche die chemische Abtheilung an einer technischen Hochschule mit gutem Erfolge absolvirt haben, können ihre Gesuche bis 31. October 1894 dem Reichs-Kriegsministerium (Marine-Section) einsenden. Näheres dortselbst.

31. Bei der k. k. Seebehörde in Triest ist eine Bauadjunctenstelle mit den Bezügen der X. Rangklasse, und eine Baupraktikantenstelle mit 600 fl. Adjutum zu besetzen. Die Gesuche sind bis 31. October l. J. an die k. k. Seebehörde einzureichen, woselbst nähere Auskünfte ertheilt werden.

Vergabung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Arbeiten und Lieferungen für den Bau eines Schulgebäudes in Nestomitz bei Außig im Gesamtbetrage von 35.034 fl. 19 kr. Am 30. September 12 Uhr beim Gemeindeamte in Nestomitz. V. 50%.

2. Maschinelle Einrichtung und elektrische Kraftübertragungen in Budapest und Agram. Am 9. October 12 Uhr bei der Maschinen-Hauptabtheilung der königl. ungar. Staatsbahnen in Budapest. V. 50%.

3. Bau zweier Brücken auf den Chausseen Bacau—Onesci und Adjud—Onesci und Reparaturarbeiten auf den Chausseen Fokschani—Bacau und Bacau—Buhusch im Kostenbetrage von 12.489 Fres. Am 9. October beim Arbeitenministerium und der Präfectur in Bacau.

4. Erd- und Baumeisterarbeiten mit dem Kostenvoranschlage von 115.062 fl. 99 kr. einschließlich 13.000 fl. Pauschale. Lieferung der hydraulischen Bindemittel mit dem Kostenvoranschlage von 9352 fl. der Lieferung der Klinkerziegel und der Steinzeugrohre im Gesamtbetrage von 11.428 fl. 50 kr. für die Verlegung und Einwölbung des Arbesbaches zwischen dem Rudolfinerhause Nr. 83 Sieveringer Hauptstraße im XIX. Bezirke. Am 15. October 10 Uhr beim Magistrate Wien.

5. Bau einer Knabenschule im Kostenbetrage von 67.145 Fres. Am 17. October bei der Primarie in Craiova.

6. Bau eines Verwaltungs- und Justizpalastes und eines Schwurgerichts-Gebäudes im Gesamtbetrage von 400.000 Fres. Am 5. November bei der Präfectur in R.-Sarat.

7. Hochbautenausführung auf der Linie Dorohoi—Jassy mit dem Kostenbetrage von 3.130.000 Fres. Am 8. November bei der Eisenbahn-Direction in Bukarest.

Das Denkmal der Befreiung Wiens im Jahre 1683,

dessen Abbildung wir untenstehend bringen, wurde am 13. September in der Stephanskirche feierlich enthüllt. Der anlässlich dieser Feier von Prof. v. Zeissberg im Auftrage des Denkmal-Comités verfassten



Das Befreiungs-Denkmal in der Stephanskirche.

Denkschrift entnehmen wir hierüber folgende Daten. Die Anregung, den Kämpfern für Kaiser und Reich, für Kirche und Vaterland in der Thurmhalle des St. Stephansdomes ein bleibendes Denkmal zu errichten, ging von Sr. Eminenz, dem Cardinal Fürsterzbischof Ganglbauer — an-

länglich des im Jahre 1883 stattgehabten Erinnerungsfestes an die vor 200 Jahren erfolgte Befreiung Wiens von der Bedrängnis durch die türkischen Heeresmassen — aus. Es bildete sich darauf unter dem Vorsitz des genannten Cardinals ein Denkmal-Comité, welches auf Grund einer Preisbewerbung die Ausführung des Denkmals dem k. k. Prof. Edmund Hellmer übertrug. Bei der Ausführung des Modells im großen

Maßstabe wurden sodann einige Aenderungen gegenüber dem Concurrnz-Modell vorgenommen und sodann an die Ausführung in gediegem Materiale geschritten.

Das an einer Wand der Thurmhalle auf eine Höhe von 15 m sich erhebende Denkmal ist in erster Barocke gehalten und stellt einen Triumphbogen dar, der in drei Haupttheile gegliedert erscheint: den Sockel, Mittelbau und Aufbau.

Der einheitlich durchgeführte Sockel wird an beiden Seiten von Postamenten gefasst, welche die

Standbilder, links des Bischofs Kollonich, rechts des Bürgermeisters Liebenberg, tragen, während den Mittelgrund in seiner ganzen Breite eine Füllung einnimmt, die in einer von zwei geflügelten Genien getragenen Inschrifttafel die Namen Derjenigen aufweist, welche durch ihre ruhmvollen Thaten an der Befreiung der Stadt hervorragenden Antheil genommen haben.

Auf diesem Unterbau erhebt sich der Mittelbau mit der Haupt-

gruppe des Denkmals. Dieselbe steht von zwei Säulen flankirt auf reichgeschmücktem Postamente, welches die

Wappen Starhemberg's und der Stadt Wien zeigt. Sie stellt Bürger, Soldaten, Studenten und nachdrängendes Volk dar, welches in gehobener Stimmung das erste mal nach der langen Belagerung über die

Schanzen durchs Stadthor ins Freie eilt. In ihrer Mitte hoch zu Ross Graf

Rüdiger Starhemberg, zu seiner Rechten der Rector der Wiener Universität, Paul Sorbait. Ihnen zu Häupten schwingt sich aus dem Thore ein Siegesengel mit

Palme und Lorbeer. Die Attika des Mittelbaues trägt zwei Gruppen, welche die Führer des Entsatzungsheeres darstellen, links Herzog Carl von Lothringen und Kurfürst Johann Georg von Sachsen, rechts König Johann Sobieski von Polen und der jugendliche Kurfürst Max Emanuel von Bayern.

Der Auf- oder Oberbau des ganzen Denkmals, durch zwei Lisenen gegliedert, gestützt durch zwei breit aufgerollte Voluten, zeigt im Mittel-

felde das Reichswappen und die Throninsignien und klingt nach oben hin in eine Allegorie aus, welche Papst Innocenz XI. und Kaiser Leopold I. knieend in Anbetung vor dem Bilde der Madonna zeigt, die im goldenen Strahlenkranze, den Jesusknaben im Arm, herniederschwebt.

In seinen architektonischen Theilen ist das Denkmal in rothem Salzburger Marmor ausgeführt, das Figurale ist in carrarischem Marmor und Bronze hergestellt.

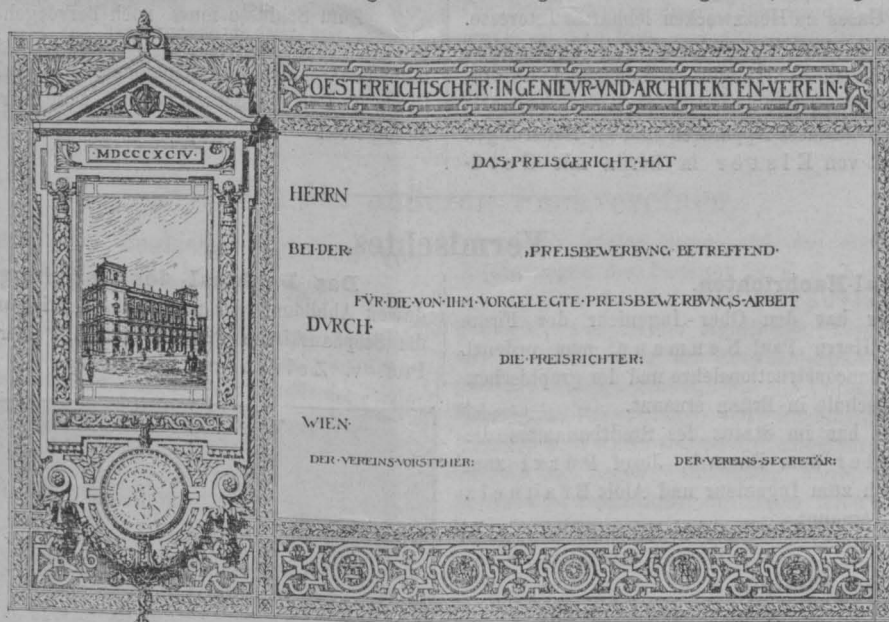
Ueber die Kosten dieses in architektonischer und figuraler Beziehung gleich gelungenen Denkmals sind uns Daten leider nicht zugänglich geworden.

Die preisgekrönten Ehrendiplome. Unter Bezugnahme auf die in Nr. 30 mitgetheilte Preiszuerkennung für Ehrendiplome, welche bei den Preisausreibungen unseres Vereines zur Verwendung kommen sollen, bringen wir nebenstehend die im Maßstabe 1:3.6 verkleinerten drei Entwürfe, welche von dem Preisgerichte mit Preisen, resp. mit der lobenden Anerkennung bedacht wurden.

Elne Röhrenbahn in Paris. Für die Zuleitung des Personenverkehrs zu den Hauptbahnen hat Berlier für Paris das Project einer unterirdischen Röhrenbahn ausgearbeitet, über welches die „Bayer. Verkehrsbl.“ folgende Mittheilungen bringen. Die Linie soll von der Station Bois de Vincennes ausgehend die Place de la nation, den Boulevard Diderot, die

Place de la Bastille und de la Concorde, die Champs-Elysées und die Avenue Bugeaud bis zur Station Bois de Boulogne durchziehen. Außer den beiden Endstationen sind noch 15 Haltestellen vorgesehen. Der Oberbau soll aus Schienen auf hölzernen Schwellen bestehen. Mit Ausnahme einer ganz kurzen Strecke, welche das Bassin de l'arsenal am Bastillenplatz als Hochbahn überschreitet, soll die ganze Bahn in einem mit Innenflanschen versehenen kreisförmigen Gussrohre, dessen innerer Durchmesser 5.55 m beträgt, liegen. Die

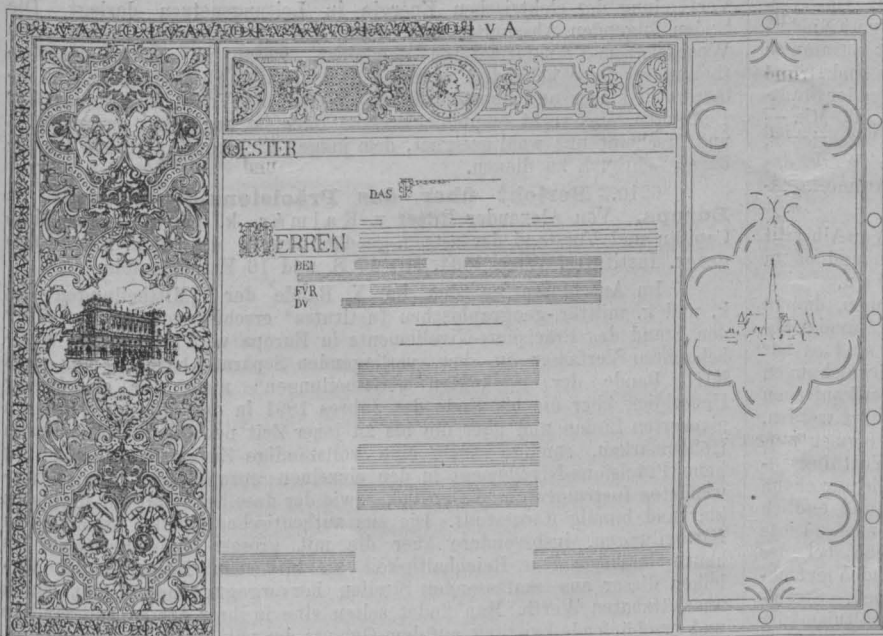
Außenseite wird mit einer Cementlage umhüllt sein. Die Bahn würde doppelgleisig zu bauen sein. Eine künstliche Lüftung dieser Röhrenbahn wird von dem Projectanten nicht als erforderlich erachtet, da der in Aussicht genommene elektrische Betrieb keine schlechte Luft erzeugt; nur sollen behufs Erneuerung der Luft in gewissen Abständen Schlote angebracht werden. Die Hauptleitung für den erforderlichen Strom von 450 Volt Spannung soll in dem Graben zwischen den Geleisen zu liegen kommen,



Erster Preis. Verfasser: Arch. Franz Freiherr von Kraus.



Zweiter Preis. Verfasser: Arch. Wilhelm Jelinek.



Lobende Anerkennung. Verfasser: Arch. Anton Weber.

während die Schienen die Rückleitung bilden werden. Jeder Zug soll aus vier langen Drehgestellwagen zu 52 Sitzen bestehen, von welchen je zwei Wagen Antriebsmaschinen zu 25 HP an beiden Gestellen erhalten. Die Beleuchtung wird elektrisch sein. Alle Maschinen sollen vom Führer auf der vordersten Bühne gesteuert, ebenso auch von ihm alle Thüren auf der Fahrt elektrisch verriegelt werden. Die Züge werden selbstthätige Bremsen erhalten und sich durch optische Blocksignale decken; sie sollen mit 20 km Geschwindigkeit verkehren. Trotzdem die Baukosten auf 40 Millionen Mark veranschlagt sind, soll das Unternehmen volle Aussicht auf Verwirklichung haben und verspricht man sich von demselben eine zufriedenstellende Rentabilität.

Locallinien der Wiener Stadtbahn. Das Reichsgesetzblatt

Nr. 185 enthält die Concessionsurkunde für die Wienthal- und Donaucanallinie der Wiener Stadtbahn. Die Concession zum Bau und Betrieb der als normalspurige Localbahnen, jedoch mit Rücksichtnahme auf einen dichten Personenverkehr auszuführenden Linien, und zwar: 1. der Wienthallinie: Von der Station Hütteldorf der Kaiserin Elisabeth-Bahn im Wienthale abwärts, unter Einbeziehung der abzulösenden und entsprechend umzubauenden Dampftramwaystrecke Hietzing—Gaudenzdorf, dann weiter längs des regulirten Wienflusses bis zum Hauptzollamte mit einer Fortsetzung zum Praterstern oder in die Nähe desselben, sowie mit einer Verbindungscurve von einem geeigneten Punkte nächst der Stieger-Brücke zum Anschlusse an die Gürtellinie nächst dem Gumpendorfer Schlachthause; 2. der Donaucanallinie: Vom Hauptzollamte längs des Donaucanals zum Franz Josef-Bahnhofe und entlang der Kaiser Franz Josef-Bahn bis Heiligenstadt mit einer Verbindung zur Gürtellinie der Stadtbahn. Dagegen wird die Verkehrs-Commission von der ihr obliegenden Verpflichtung zur Herstellung einer Verbindung der Gürtellinie mit der Kaiserin Elisabeth-Bahn etwa in der Station Penzing entbunden. — Der Bau der Wienthal- und der Donaucanallinie ist sofort nach Ertheilung des Bauconsenses zu beginnen und längstens bis Ende des Jahres 1897 zu vollenden. Die vorstehend erwähnten zwei Linien sind zweigeleisig auszuführen. Die Strecke Hauptzollamt—Praterstern ist derart projectirt, dass zu den bereits bestehenden zwei Geleisen der Wiener Verbindungsbahn ein drittes Geleise hinzutritt. Bezüglich der Anschlüsse mit den in Wien bestehenden Bahnen und der Erleichterungen im Personenverkehr beim Uebergang von der einen zu der anderen Bahn sind mit den betreffenden Verwaltungen Uebereinkommen zu schließen, welche der Genehmigung des Handelsministeriums bedürfen. Für die Anschaffung von Fahrbetriebsmitteln muss ohne Rücksicht auf die Vertheilung derselben auf die einzelnen Bahnlinien ein Betrag von 1½ Millionen Gulden verwendet werden. Die Fahrbetriebsmittel sollen derart construiert werden, daß der Verkehr sich möglichst geräuschlos abwickeln kann. Bei den Locomotiven soll der Funkenwurf vermieden, die Rauchentwicklung möglichst vermindert und eine Belästigung durch Ausströmen von Rauch,

Dampf- und Verbrennungsgasen thunlichst hintangehalten werden. Die Locomotiven sind für Cokesfeuerung einzurichten, wenn es nicht gelingt, ein besseres Brennmaterial verwenden zu können. Alle Baumaterialien, die Schienen und sonstigen Bahnbestandtheile, sowie sämtliche Fahrbetriebsmittel und Ausrüstungsgegenstände sind ausschließlich im Inlande, bzw. in inländischen Werken zu beschaffen. Eine Ausnahme von dieser Bestimmung kann von Seite des Handelsministeriums insofern zugestanden werden, als nachgewiesen werden sollte, daß inländische Werke nicht in der Lage wären, die bezüglichen Lieferungen unter nicht wesentlich ungünstigeren Bedingungen hinsichtlich des Preises, der Qualität und der Lieferzeit, wie selbe von ausländischen Werken angeboten werden, zu bewerkstelligen.

Eine neue Einrichtung zum Verlegen des eisernen Oberbaues

hat die Maschinenbau - Actiengesellschaft in Nürnberg für den Bau der Fortsetzung der Anatolischen Bahnen von Eski-Chehir nach Konia ausgeführt. Der Vorgang bei der Verlegung der Schienenstränge wird hiebei folgender sein: Auf einem Stapelplatze am jetzigen Endpunkte der Bahn werden aus den dorthin gelieferten eisernen Schwellen, Schienen und Zugehör ganze Geleisestücke je von einer Länge einer Schiene gefertigt und mittelst dreier fahrbarer Dampfkrane von 23 m Spurweite einerseits aufgestapelt und andererseits auf eigenthümlich construirten Eisenbahnwagen verladen. Die beladenen Wagen werden dann mit Locomotiven an das Geleisende geführt. Dort steht die mit Dampf betriebene Geleisverlegemaschine, welche von den Wagen die einzelnen Geleisestücke hinter sich abhebt und vor sich richtig auf den Bahnkörper niederlegt. Ist dieses neue Geleisestück mit dem alten, auf dem die Maschine steht, verschraubt, so fährt die Maschine auf das neue vor und verlegt nun ein zweites Geleisestück; dieser Vorgang bleibt auch in der Folge der gleiche. Es können täglich 1500—2000 m fertiges, sofort befahrbare Geleise hergestellt werden. Mit dieser neuen Einrichtung, die aus der Geleisverlegemaschine, drei Dampfkrane und einer größeren Anzahl der erwähnten Eisenbahnwagen besteht, fanden, wie „Die Straßenbahn“ meldet, vor Kurzem eingehende Versuche statt, die durchaus befriedigende Ergebnisse aufwiesen. Die bisher üblichen Geleislegemaschinen konnten bekanntlich immer nur eine Schiene nach vorne bringen, wobei nur wenig gegenüber der Handarbeit gewonnen wurde.

Bücherschau.

7181. **Das Wasserwerk der freien und Hansestadt Hamburg unter besonderer Berücksichtigung der in den Jahren 1891—1893 ausgeführten Filtrations-Anlage.** Dargestellt von F. Andreas Meyer, Ober-Ingenieur der Bau-Deputation in Hamburg. 36 Seiten. Mit 35 Abbildungen und vier Tafeln. Hamburg 1894. Otto Meissner. (Preis Mk. 6.—.)

Die vorliegende prächtige Schrift schildert die hochinteressante Anlage zur Verbesserung der Wasserversorgung Hamburgs in sehr anschaulicher Weise. Das Wasser wird danach im Außendeich der Billwärder Insel durch ein Maschinen-Pumpwerk aus der Norderelbe in ein offenes Vorbassin geschöpft, läuft von da durch einen offenen Canal in vier Ablagerungsbassins und aus diesen durch einen unterirdischen Canal und dessen Abzweigungen nach dem Wälder „Kalte Hofe“ auf 18 Filtrirbassins. Das filtrirte Wasser gelangt dann durch unterirdische Reinwassercanäle und durch einen weiteren Canal, der die Billwärder Bucht mit einem schmiedeisenernen Düker durchsetzt und mit Schächten versehen ist, welche einen bequemen Anschluss an die Reinwasserbassins ermöglichen, nach dem Pumpwerke in Rothenburgsort, bzw. in die überwölbten Pumpbrunnen unter den Maschinengebäuden, von wo es durch sieben Druckpumpen in das städtische Versorgungsnetz gefördert wird. Auf der Billwärder Insel und der Kaltenhofe sind überdies noch einige Anlagen zur Ausführung gelangt, welche für die Sicherung und die Controle des Betriebes, sowie für die Beaufsichtigung des Filtrationswerkes von Belang sind, nämlich die Anlagen für die Platzbeleuchtung (Wassergasanstalt), die Beleuchtungs- und Heizeinrichtungen der zahlreichen Brunnenhäuser, der Filter und Ablagerungsbassins, die Entwässerung und Wasserversorgung (namentlich der Kaltenhofe), die baulichen Einrichtungen zur Unterbringung der Betriebsverwaltung für das Filtrationswerk und die Anlagen für die fortlaufende Untersuchung des Wassers. Das nach einem combinirten Circulations- und Verästelungssystem ausgebildete städtische Rohrnetz erstreckt sich auf ein Gebiet

von etwa 4200 ha und hat eine Länge von rund 470.000 m. Das Versorgungsgebiet zerfällt in eine Hochdruck- und in eine Niederdruckzone. In das Leitungsnetz sind drei Hochreservoir mit zusammen 14.100 m³ Fassungsraum eingebaut; an zehn Stellen des Netzes sind selbstregistrierende Druckmesser aufgestellt. Das ganze auf die Anlagen der Stadtwasserkunst bis Ende 1893 verwendete Capital betrug 25.650.000 Mk. — Die mustergiltige Anlage der Filter namentlich ist eingehend beschrieben, ebenso auch die Manipulation hiebei. Das ausgezeichnete Werk, das außerordentlich schön ausgestattet ist, sei hiemit der vollen Aufmerksamkeit der Fachgenossen wärmstens empfohlen.

7133. **Amerikanische Wasserhebmäschinen.** Von Albrecht von Ihering. 55 Seiten. Mit vier lithographischen Tafeln und 65 in den Text gedruckten Figuren. Berlin 1894. Leonhard Simon.

Dieser recht lesenswerthe Bericht lässt deutlich erkennen, daß in Amerika die Ausführungen der Wasserhebmäschinen nur wenig abwechslungsreich und verschiedenartig sind. Im wesentlichen sind es nur vier Hauptconstructionen oder Typen, welche mit geringen Abweichungen von einander von den verschiedensten und bedeutendsten amerikanischen Fabriken, die sich mit dem Pumpenbau beschäftigen, ausgeführt werden, aber gar keine principiellen Unterschiede bei den einzelnen Firmen aufweisen. Hieher gehören erstlich die Zwilling-Pumpen nach dem Worthington-System mit wechselseitiger Steuerung, sodann die Pumpen mit nur einem Dampf- und Pumpencylinder und kataraktartiger Steuerung und endlich diejenigen ohne irgend welche äußere Steuerungsmechanismen. Diese drei Systeme besitzen keine Schwungräder, während solche bei der vierten Type, den großen, meist stehenden Zwei-, Drei- und Vierfach-Expansionsmaschinen, Anwendung finden. Centrifugalpumpen, Strahlpumpen, Pulsometer oder Kapselpumpen finden sich nur verhältnismäßig selten und bloß von einigen wenigen Firmen gebaut. Die vorliegende treffliche Schrift stellt nun in klarer und übersichtlicher Weise die wichtigsten, gegenwärtig gebräuchlichen Constructionen amerikanischer Pumpen zusammen, hebt hiebei die eben erwähnten Haupttypen besonders hervor, behandelt aber auch einige abnorme Constructionen und bespricht zum Schlusse die wichtigsten auf der Weltausstellung in Chicago ausgestellt gewesenen Pumpen des Näheren. Die interessante Broschüre ist eines bedeutenden Erfolges würdig.

7134. **Die Wasserverhältnisse Ostpreußens und deren Nutzbarmachung zu gewerblichen Zwecken.** Von Prof. O. Intze. Mit einer Einleitung: Ueber die Grundlagen für die industrielle Entwicklung Ostpreußens. Von Dr. A. Frank. 38 Seiten. Mit sieben Abbildungen. Berlin 1894. Leonhard Simon.

Die vorliegende Schrift gibt zwei Vorträge wieder, welche am 8. Jänner 1894 im Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes zu Berlin gehalten wurden und eine für die Entwicklung der Provinz Ostpreußen hochwichtige Angelegenheit betrafen, auf welche in dieser Zeitschrift schon von Prof. Oelwein hingewiesen worden ist. Ueber Anregung Frank's sind nämlich wiederholte Untersuchungen, sodann durch Intze über Auftrag des preußischen Ministers für Handel und Gewerbe eine Aufnahme und Messung der in Ostpreußen vorhandenen Wasserkräfte vorgenommen worden, wonach sich die Summe der dort noch gewinnbaren Wasserkräfte auf 40—50.000 HP beläuft. Das recht lesenswerthe Büchlein enthält zunächst die Mittheilungen Frank's, um sodann den ausführlichen, die Art der Vornahme der Aufnahme und Messung eingehend schildernden, die Ergebnisse kritisch besprechenden Vortrag Intze's zum Abdrucke zu bringen. Die preußische Staatsverwaltung hat gewiss im wohlverstandenen eigenen Interesse diese für die fragliche Provinz höchst werthvollen Untersuchungen vornehmen lassen; welche Erstarkung der Steuerkraft der durch Nutzbarmachung jener bedeutenden Wasserkräfte verursachte Aufschwung der Industrie in jenen Gebieten mit sich bringen wird, ist ja klar. Wir aber freuen uns der gediegenen Schrift, die uns hierüber berichtet.

7135. **Die Vertheilung der elektrischen Energie in Beleuchtungs-Anlagen.** Von Ferdinand Neureiter. XI und 257 Seiten. Mit 94 Figuren. Leipzig 1894, Oscar Leiner.

Die Kenntnis der Grundsätze der elektrischen Energievertheilung, sowie der Grundzüge der gebräuchlichen Vertheilungssysteme ist für den Techniker, der sich dem elektrischen Beleuchtungswesen zu widmen gedenkt, unerlässlich. Neben der Erörterung der Anordnung und Bemessung elektrischer Leitungen enthält das Buch auch eine Besprechung der Glüh- und Bogenlampen, sowie der Accumulatoren und Transformatoren, weil ja die Aufgaben der Energievertheilung mit den Eigenschaften und der Wirkungsweise der elektrischen Lampen im Zusammenhang stehen und weil die Grundzüge der Vertheilungssysteme zum großen Theil durch die angewendeten Vorrichtungen zur Aufspeicherung und Umformung der elektrischen Energie bestimmt werden. Das vorliegende, recht lesenswerthe Buch führt nun so weit in das Wesen der elektrischen Energievertheilung ein, dass man danach die in der Praxis vorkommenden Fragen selbstständig zu lösen vermag. Das Werk gliedert sich in sieben Abschnitte, von denen der erste die Grundgesetze vorführt, der zweite die elektrischen Lampen bespricht, der dritte aber die

Vertheilung der elektrischen Energie in Leitungsnetzen darlegt. Die beiden folgenden Abschnitte sind dann den Accumulatoren und den Wechselstrom-Transformatoren gewidmet, worauf im sechsten die Vertheilungssysteme behandelt werden. Der letzte Abschnitt endlich erläutert in klarer und übersichtlicher Weise die Vorausberechnung der Leitungen. Das recht empfehlenswerthe Buch ist auch gut ausgestattet und erscheint uns wohl geeignet, dem jungen Elektrotechniker als schätzbares Lehrbuch zu dienen.

6210. **Bericht über das Präcisions-Nivellement in Europa.** Von Alexander Ritter v. Kalmár, k. und k. Linien-Schiffs-Capitän und Vorstand der astron.-geodät. Gruppe des k. u. k. militär.-geogr. Institutes. Wien 1894. Mit 17 S. und 16 Figurentafeln.

Im Anschlusse an den im X. Bande der „Mittheilungen des k. und k. militär.-geographischen Institutes“ erschienenen Bericht über den Stand des Präcisions-Nivellements in Europa wird von dem wohlbekannten Verfasser in dem vorliegenden Separat-Abdrucke aus dem XIII. Bande der genannten „Mittheilungen“ nicht nur ein kurzer Ueberblick über die bis Ende des Jahres 1891 in den einzelnen Staaten nivellirten Linien und über die bis zu jener Zeit neu hinzu gekommenen Höhenmarken, sondern auch eine vollständige Zusammenstellung der beim Präcisions-Nivellement in den einzelnen europäischen Staaten verwendeten Instrumente und Geräte, sowie der daselbst gefolgten Methoden klar und bündig dargestellt. Die aus authentischen Quellen stammenden Mittheilungen, insbesondere aber die mit grosser Mühe erreichte, bis heute unübertroffene Reichhaltigkeit an bildlichen Darstellungen verleihen dieser aus umfassenden Studien hervorgegangenen Arbeit einen unschätzbaren Werth. Man findet selten eine in ihrer Art so vollständige und erschöpfende Leistung auf dem Gebiete der publicistischen Thätigkeit.

Wellisch.

6645. **Traité d'exploitation des chemins de fer.** Par A. Flamache, A. Huberti & A. Stéyart. Tome III. Matériel roulant. VIII und 178 Seiten. Mit vielen Textfiguren 24 Tafeln. Liège 1892, Ch. Aug. Desoer. (Preis 20 Fres.)

Von dem von uns schon wiederholt besprochenen vortrefflichen Buche liegt nunmehr der dritte Theil vor, welcher das rollende Material bespricht. In ganz vorzüglicher Weise werden die verschiedensten Wagentypen und ihre Bestandtheile und Einrichtungstücke eingehend geschildert. In seltener Reichhaltigkeit ist der allerdings sehr umfangreiche Stoff zusammengestellt; die Typen werden auf ihre Zweckmäßigkeit untersucht und angemessen kritisiert. Druck und Ausstattung sind vortrefflich. Das hochbedeutsame Werk sei neuerlich bestens empfohlen! Dasselbe kann auch in elegantem Einband von der Leipziger Buchhandlung K. F. Koehler bezogen werden.

7166. **Seecanäle, Strommündungen, Seehäfen.** (Fortschritte der Ingenieur-Wissenschaften. Zweite Gruppe. 2. Heft.) Als Ergänzung des 3. Bandes des Handbuchs der Ingenieur-Wissenschaften. 3. Abtheilung, bearbeitet von Ludwig Franzius, Georg Franzius und Rudolf Rudloff. VI und 139 Seiten. Mit 42 Textfiguren und 5 Zeichnungstafeln. Leipzig 1894, Wilhelm Engelmann. (Preis 6 Mark.)

Von dem als Ergänzung und Erweiterung des vortrefflichen „Handbuchs der Ingenieur-Wissenschaften“ geplanten Sammelwerke „Fortschritte der Ingenieur-Wissenschaften“ ist soeben ein neues Heft erschienen, welches vorzugsweise die neueren Seecanäle und Seehäfen, sowie die behufs Verbesserung von Strommündungen neuerdings ausgeführten Arbeiten behandelt; nebstbei sind aber auch kurze Mittheilungen über drei große neuere Seeschlössen angefügt. Von dem vorliegenden Hefte kann sowohl in Bezug auf Text als auch auf äußere Ausstattung durchwegs nur das Beste gesagt werden; sind doch die einzelnen Abschnitte von anerkannt vortrefflichen Fachmännern bearbeitet, während namentlich die lithographirten Tafeln von außerordentlicher Schönheit sind. Ganz ausgezeichnet sind auch die ausführlichen Literatur-Zusammenstellungen, die namentlich für den Weiterforschenden von hohem Werthe sein können. Der Erfolg der „Fortschritte“ wird bei solch guten Leistungen gewiss ein ebenso großer und wohlverdienter sein, als es der des „Handbuchs“ war und noch immer ist.

Geschäftliche Mittheilungen des Vereines.

Fachgruppe für Gesundheits-Technik.

Einladung zum gemeinsamen Besuche der gelegentlich der 66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in den Räumen der k. k. Universität veranstalteten Ausstellung für Sonntag den 30. September d. J.

Versammlung vor 11 Uhr Vormittags bei dem Haupteingange des Universitätsgebäudes, I. Bezirk, Franzensring.

Der Schriftführer:
Beranek.

INHALT. Betonbrücke über die Donau bei Munderkingen. Mitgetheilt vom Abteilungs-Ingenieur Reihling in Stuttgart. — Die Anwendung comprimierter Luft für den Betrieb auf Straßenbahnen. — Berichte aus anderen Fachvereinen. XXXIV. Jahresversammlung des deutschen Vereines von Gas- und Wasserfachmännern zu Karlsruhe. — Vermischtes. Bücherschau. — Geschäftliche Mittheilungen des Vereines. Fachgruppe für Gesundheits-Technik.

Eigenthum und Verlag des Vereines. — Verantwortl. Redacteur: Paul Körtz, beh. aut. Civil-Ingenieur. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

DIE DONAUBRÜCKE BEI MUNDERKINGEN

Fig. 2. Längenschnitt mit Lehrgerüsten.

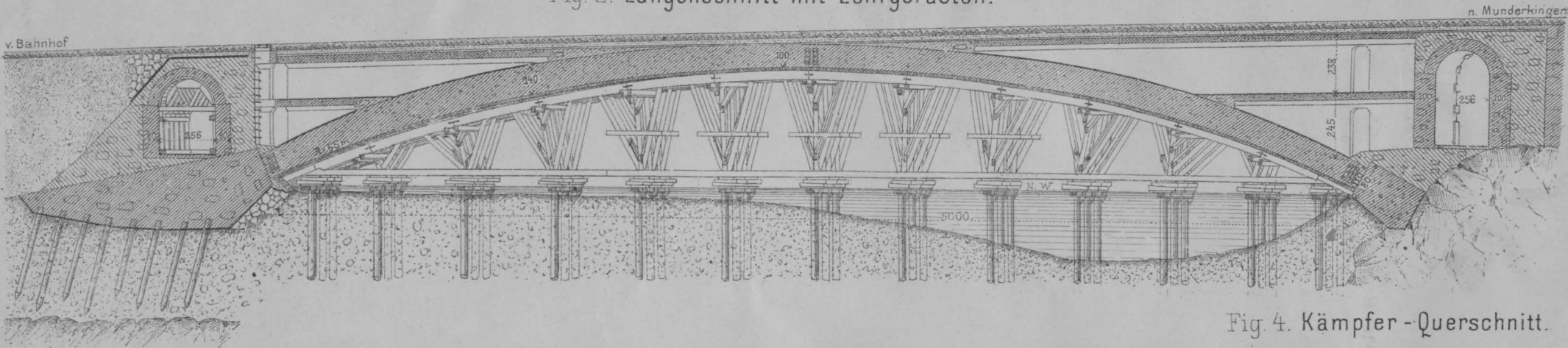


Fig. 3. Scheitel - Querschnitt.

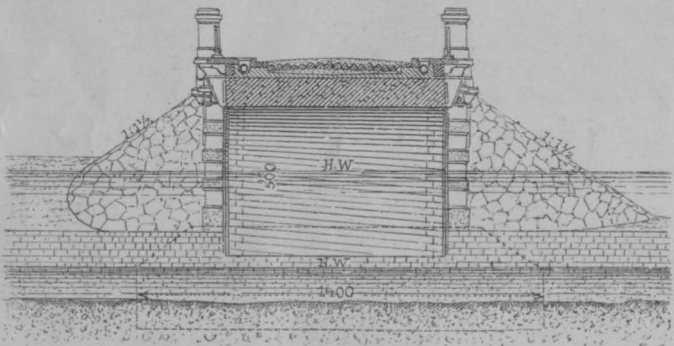


Fig. 1. Situation.
1: 3000.

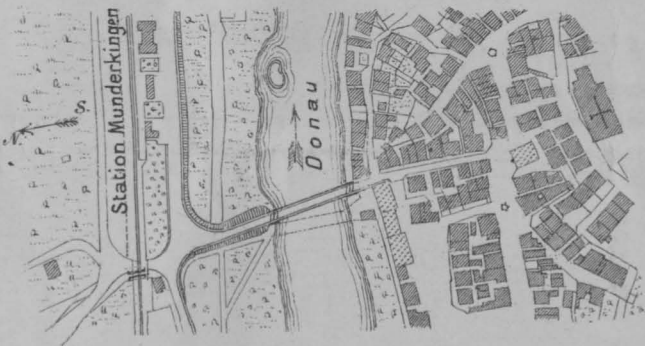


Fig. 4. Kämpfer - Querschnitt.

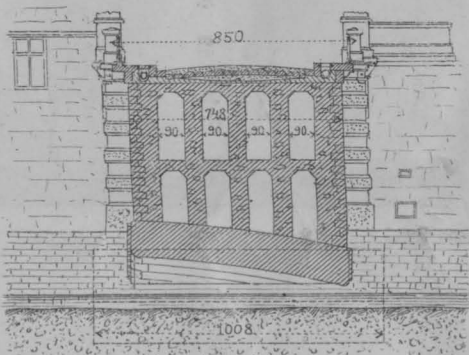


Fig. 5. Horizontalschnitt.

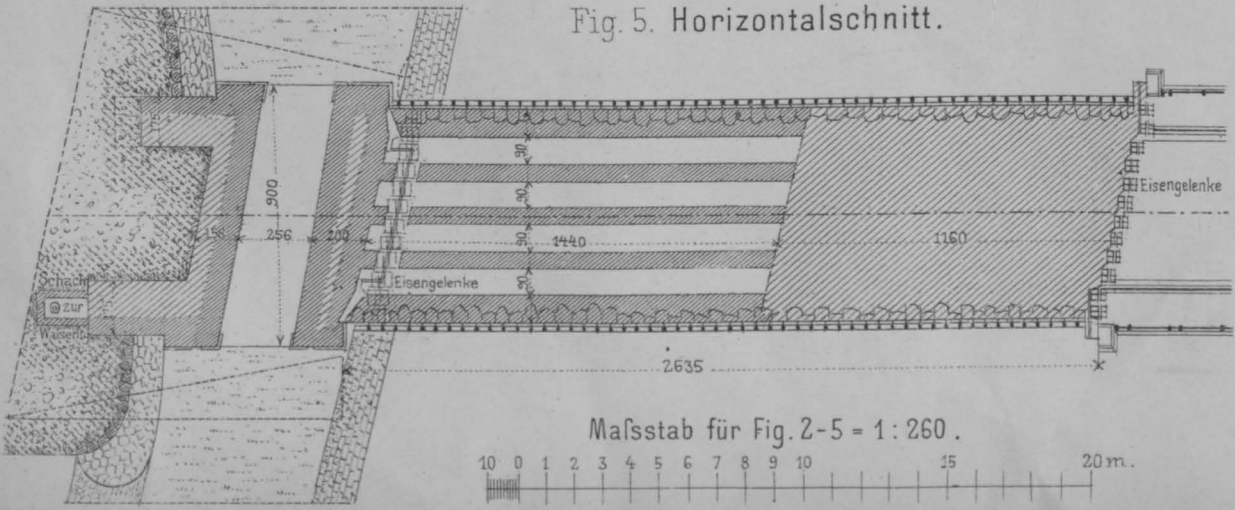


Fig. 6. Eiserne Gelenke.

